



2015
Año Europeo
Para el desarrollo

12

Estrategias de adaptación al cambio climático en municipios del Golfo de Fonseca en Nicaragua



nuestro mundo
nuestra dignidad
nuestro futuro



Documento realizado por:

Enrique de Loma-Ossorio Friend. Instituto de Estudios del Hambre (IEH)
Almudena García Ruiz. Instituto de Estudios del Hambre
Mauricio Jesús Córdoba Salinas. Agrónomos y Veterinarios sin Fronteras (AVSF)
Jaime Ribalaygua Batalla. Fundación para la Investigación del Clima (FIC)

Revisión:

Juan Ramón Bravo Moreno. Instituto de Investigación, Capacitación y Desarrollo Ambiental (CIDEA-UCA)

Colaboradores:

Robert Monjo I Agut. Fundación para la Investigación del Clima (FIC)
Mario Antonio Nayra Hernández. Nitlapan
Jaime Cárdenas. Instituto de Investigación, Capacitación y Desarrollo Ambiental (CIDEA-UCA)
Emma Gaitán. Fundación para la Investigación del Clima
Javier Pórtol. Fundación para la Investigación del Clima

Edición:

Luis Fernández Portillo. Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación

Maquetación:

Edición 1: Josué Hernández González. Instituto de Investigación, Capacitación y Desarrollo Ambiental (CIDEA-UCA)

Edición 2: Roger Argueta

Primera edición: marzo de 2014 / Segunda edición: mayo de 2014

Cita sugerida: De Loma-Ossorio, E.; García Ruiz, A.; Córdoba Salinas, M.; Ribalaygua Batalla, J. (2014). "Estrategias de adaptación al cambio climático en municipios de Nicaragua del Golfo de Fonseca", Instituto de Estudios del Hambre, Madrid, España

© IEH 2014. © CIDEA-UCA 2014. Algunos derechos reservados – Para mas detalles ver licencia de copyright

Autores: Enrique de Loma-Ossorio Friend y Almudena García Ruiz (IEH), Mauricio Jesús Córdoba Salinas(AVSF) y Jaime Ribalaygua Batalla (FIC)

Para más información contactar:

- IEH - Instituto de Estudios del Hambre, C/ Manuela Malasaña nº 24, 4º centro- izquierda, 28004 Madrid. España. Tel: +34 91-5913084, Email: info@ieham.org, Web: www.ieham.org

- CIDEA-UCA - Instituto de Capacitación, Investigación y Desarrollo Ambiental - UCA / Nicaragua

Rotonda Rubén Darío 150 metros al oeste. Edificio R, Universidad Centroamericana/ Tel:(505)-2278-3930 / Correo Electrónico: comunicacioncidea@ns.uca.edu.ni,

Web: <http://cidea.uca.edu.ni/>

Esta publicación está realizada bajo licencia Creative Commons 3.0 España (Reconocimiento; Uso No Comercial; Sin Obra Derivada) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/legalcode> Reconocimiento – Tiene que reconocer los créditos de la manera establecida por el autor- Uso No comercial- No puede utilizar esta obra con fines comerciales - No Obras derivadas – No puede alterar ni transformar esta obra, ni adaptarla o utilizarla para crear un trabajo derivado del original.

Pueden reproducirse secciones de este documento con finalidad no comercial sin autorización previa siempre que sea citada la fuente, sujeto a las condiciones establecidas en la licencia Creative Commons. Para cualquier reutilización o distribución deben de dejar claro a terceros los términos de la licencia de esta obra. En caso de utilizar esta obra, se solicita hacer referencia al IEH (www.ieham.org) CIDEA (<http://cidea.uca.edu.ni>) y enviar una copia del trabajo realizado o un link a info@ieham.org, comunicacioncidea@ns.uca.edu.ni a fin de utilizarlo on-line en nuestro archivo

Este documento se ha realizado con la ayuda financiera de la Unión Europea y de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva de IEH y el Instituto CIDEA, de modo alguno debe considerarse que refleja la posición de la Unión Europea o de la AECID.

Este documento es resultado de una investigación realizada en el marco del proyecto "Fortalecimiento de las capacidades locales para adaptación al cambio climático en el Golfo de Fonseca DCI-ENV/201/256-823", a través del consorcio: Instituto CIDEA-UCA, ICADES, ADEPES, Nitlapan-UCA, Fulsaprodese, OIKOS y GVC.

Proyecto: "Fortalecimiento de estrategias de Soberanía y SAN que promueven el crecimiento económico de los más vulnerables al cambio climático en Nicaragua", financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).



Siglas

- AECID:** Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- AVSF:** Agrónomos y Veterinarios sin Fronteras.
- CanESM2:** Canadian Earth System Model.
- CC:** Cambio climático.
- CIDEA:** Instituto de Investigación, Capacitación y Desarrollo Ambiental.
- CMIP5:** Coupled Model Intercomparison Project Phase 5.
- COMUSSAN:** Comisión Municipal de Soberanía, Seguridad Alimentaria y Nutricional.
- IEH:** Instituto de Estudios del Hambre.
- FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FIC:** Fundación para la Investigación del Clima.
- GFDL ESM2M:** Geophysical Fluid Dynamic Laboratory Earth System Model.
- GPC:** Gabinetes de Poder Ciudadano.
- INETER:** Instituto Nacional de Estudios Territoriales.
- INTA:** Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.
- IPCC-AR:** Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.
- MC:** Modelos Climáticos.
- NCEP:** National Centers for Environmental Prediction.
- NOR:** Modelo Noruego.
- MPI:** Max Planck Institute.
- RCP:** Representative Concentration Pathways (Sendas Representativas de Concentración).
- UCA:** Universidad Centroamericana.
- UE:** Unión Europea.

Índice

5	Introducción
7	Metodología
13	Medios de vida vulnerables al cambio climático
16	Características del clima de la zona
19	Escenarios de cambio climático locales
23	Amenazas y efectos del cambio climático en los medios de vida
42	Conclusiones
44	Propuestas de estrategias de adaptación al cambio climático
51	Bibliografía
53	Anexos

1. Introducción

El Golfo de Fonseca es un importante conjunto de ecosistemas marinos costeros y terrestres compartido por tres países (El Salvador, Honduras y Nicaragua), el cual se encuentra en proceso de ser declarado Reserva de Biosfera por su valor ambiental y natural. Cuenta con una población cercana al millón de habitantes que comparten el mismo sistema y medios de vida, culturalmente vinculados al mar, los estuarios y sus recursos. Está representado por veinte municipios, cinco de los cuales se ubican en territorio nicaragüense (Puerto Morazán, Villanueva, Somotillo, El Viejo y Chinandega), en los cuales se focaliza este estudio (ver figura 1).

Figura 1: Municipios de influencia del Golfo de Fonseca en Nicaragua.



El objetivo de esta publicación es analizar el cambio previsto en el clima, sus amenazas y efectos en los medios de vida de esta región del territorio nicaragüense del Golfo de Fonseca y apoyar en la construcción de estrategias para mejorar la resiliencia y la adaptación al cambio climático. El documento reúne los resultados obtenidos con la aplicación de avanzadas técnicas de modelización del clima futuro y los aportes de las familias productoras, autoridades públicas y organizaciones de la sociedad civil de esta zona.

Esta obra va dirigida a personas tomadoras de decisión y técnicos y técnicas de los municipios participantes en el estudio, así como a organizaciones públicas y privadas, y de la sociedad civil. También va dirigida a cooperativas, familias productoras, estudiantes y público en general interesado en mejorar la resiliencia de las poblaciones más vulnerables a los efectos del cambio climático.

Este estudio se enmarca dentro del proyecto financiado por la Unión Europea “Fortalecimiento de las capacidades locales para la adaptación al cambio climático en el Golfo de Fonseca DCI-ENV/2010/256-823” que coordina el Instituto de Investigación, Capacitación y Desarrollo Ambiental (CIDEA) de la Universidad Centroamericana (UCA) de Nicaragua, y del proyecto: “Fortalecimiento de estrategias de Soberanía y SAN que promueven el crecimiento económico de los más vulnerables al cambio climático en Nicaragua”, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), coordinado por el Instituto de Estudios del Hambre (IEH) en colaboración con la Fundación para la Investigación del Clima (FIC) y Agrónomos y Veterinarios sin Fronteras (AVSF).

El documento comienza con la presentación de la metodología utilizada para establecer vínculos entre la ciencia del clima y la práctica del desarrollo a nivel local. Posteriormente se describen los medios de vida de esta zona y la influencia del clima en ellos. La siguiente sección se centra en la descripción del clima y la producción de escenarios de clima futuro, tanto generales (cambios en precipitación y temperatura) como específicos de los medios de vida (centrados en las fases críticas o más sensibles). Este análisis permite determinar las amenazas y efectos del cambio climático en los medios de vida y finalmente definir algunas estrategias claves para la adaptación al cambio climático.

2. Metodología

La metodología utilizada cuenta con aspectos innovadores en relación a otras metodologías utilizadas en la práctica de los enfoques de adaptación, como su capacidad para traducir el “lenguaje científico del clima” al lenguaje que usan los expertos y los pequeños agricultores y pescadores. Por un lado, cumple con los requisitos necesarios para la generación robusta de escenarios de cambio climático, ya que utiliza las proyecciones climáticas y metodologías de downscaling¹ o regionalización más avanzadas. Por otro lado, emplea un método participativo que involucra a personas expertas y a pequeños agricultores en la identificación de su vulnerabilidad al cambio climático a través de la formulación y análisis de índices agroclimáticos para evaluar cómo va a influir el cambio climático en un sistema productivo. Consta de seis etapas que se describen a continuación.

a) La descripción de la zona de estudio.

Esta etapa incluye la identificación de los actores y medios de vida² del lugar, así como la descripción del clima actual a través del análisis de los datos históricos de las variables de precipitación (P) y temperatura (T) de al menos 30 años de estaciones meteorológicas representativas y significativas de la zona, seis en Nicaragua y una en Honduras. Los datos de las estaciones nicaragüenses fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER), y los de la estación hondureña por el Servicio Meteorológico Nacional de Honduras. Ver tabla 1 y figura 2.

Tabla 1. Estaciones meteorológicas.

Municipio	Estación meteorológica		Nombre de la estación de referencia utilizada
	T	P	
Somotillo		58007	Somotillo
Villanueva		60008	Villanueva
		60009	Villa 15 de Julio
Puerto Morazán	787240	787240	Choluteca (Honduras) ³
El Viejo (Estero Real)	787240	787240	Choluteca (Honduras)
		62001	Hacienda Cosigüina
El Viejo (Reserva Padre Ramos)		62002	Potosí
Chinandega	64018	64018	Chinandega

Fuente: elaboración propia.

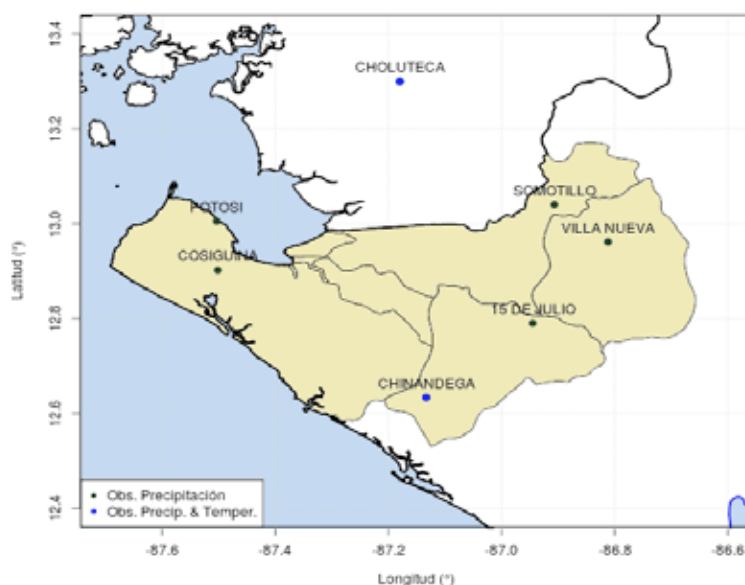
¹. Las técnicas de downscaling “traducen” la información atmosférica de baja resolución que proporcionan los modelos climáticos globales al clima en la superficie (temperatura, precipitación) a nivel local.

². Medio de vida se refiere a los recursos que utilizan los hogares para su subsistencia, es decir: sus fuentes de ingresos y alimentos, así como las amenazas que enfrentan y los mecanismos de respuesta que utilizan cuando se enfrentan a ellas. Definición tomada del documento ACH-MFEWS-USAID (2010).

³. Se utiliza la estación de Choluteca por ser el referente para Puerto Morazán y no disponer de datos históricos de los últimos 30 años de otra estación más cercana al municipio de Puerto Morazán.

La información sobre actores y medios de vida fue recopilada a través grupos focales en las diversas áreas de la zona de estudio. Se contó con la experiencia y la participación de autoridades locales, organizaciones no gubernamentales y familias productoras de la zona.

Figura 2. Observatorios meteorológicos de la zona.



b) Análisis de los medios de vida al clima y de las estrategias de adaptación.

En esta etapa se realizó un análisis participativo de la vulnerabilidad de los medios de vida al clima y de las estrategias implementadas por las comunidades para adaptarse a la variabilidad y al cambio climático. Este paso es importante para conocer qué medios de vida son más vulnerables al clima desde la percepción de la comunidad. Se recopiló información histórica sobre la influencia del clima sobre los medios de vida, las amenazas enfrentadas, así como las diferentes estrategias utilizadas para adaptarse a los cambios.

En este proceso participaron cooperativas y familias productoras de los municipios de Puerto Morazán, Villanueva, Somotillo, El Viejo y Chinandega. También participaron funcionarios de las mencionadas alcaldías, de la COMUSSAN, líderes de los Gabinetes de Poder Ciudadano (GPC), organizaciones de diferentes instituciones del Estado como el INTA, así como representantes del CIDEA y Nitlapan.

Como resultado, se seleccionaron los siguientes medios de vida (ver apartado 3): la pesca, la camaronicultura, el maíz, el ajonjolí, el plátano y la ganadería.

c) Identificación y verificación participativa de índices agroclimáticos claves por su incidencia sobre los medios de vida priorizados.

En esta etapa se profundiza el análisis del paso anterior para entender en qué aspectos

concretos (etapas fenológicas, productivas...) el clima afecta al medio de vida. Para cada medio de vida seleccionado, con las comunidades se determinan cuáles son sus elementos críticos o variables clave, es decir, aquellos aspectos que son más sensibles o vulnerables al clima (por ejemplo, una fase de un cultivo que es muy influida por altas temperaturas).

Posteriormente en gabinete con la colaboración de instituciones con experiencia en el ámbito agropecuario, acuícola y climatológico y la consulta de información secundaria (ver bibliografía) se procedió a la elaboración de **índices agroclimáticos** que miden cuantitativamente las necesidades de temperatura y precipitación de cada elemento crítico.

La verificación de estos índices con las familias productoras y demás actores relevantes del territorio consiste en determinar si el comportamiento calculado del índice en el pasado se corresponde con la situación real observada por las comunidades (coincidencia en las tendencias obtenidas y las percepciones locales y también tomando años críticos como referencia).

d) Producción de escenarios de clima futuro y aplicación a los índices agroclimáticos.

Las simulaciones del clima futuro son esenciales en cualquier estrategia de adaptación, ya que permiten tener en cuenta a qué clima es preciso adaptarse y una mejor planificación mediante la anticipación a los impactos futuros. Cinco aspectos claves deben de ser considerados a la hora de una buena simulación, que se recogen en esta metodología:

i. Utilización de los modelos climáticos (MC) más recientes. Los MC están continuamente siendo renovados y mejorados, y lo normal es que aparezca una nueva versión cada 4-6 años, que es utilizada para el correspondiente IPCC-AR (Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, por sus siglas en inglés). Los MC empleados en este trabajo están entre los más recientes, los del CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5), y fueron validados en Nicaragua. Para esta zona fueron empleados el Canadian Earth System Model (CanESM2), el Modelo Noruego (NOR), el alemán del Max Planck Institute (MPI) y el americano Geophysical Fluid Dynamic Laboratory Earth System Model (GFDL ESM2M). En cada uno de ellos se han utilizado 4 RCP (Sendas Representativas de Concentración o Representative Concentration Pathways) para representar diferentes opciones sobre la posible evolución futura del comportamiento de la humanidad.

ii. Necesidad de que las proyecciones futuras estén en una escala diaria. Se precisan series diarias para explicar muchas características esenciales del clima (número de días consecutivos sin precipitación, precipitación máxima acumulada en 24 horas... o el efecto de días consecutivos de temperaturas extremas sobre la agricultura).

iii. Necesidad de proyecciones futuras con resolución local. El clima futuro traerá cambios con respecto al clima actual que serán muy diferentes en localidades cercanas, por lo que se requiere información local sobre el clima futuro (no aportada por los MC) para las actividades de adaptación. Para resolver este problema se han desarrollado las técnicas de downscaling. En este caso la metodología de downscaling utilizada ha sido

FICLIMA (más detalle en cuadro 1).

iv. Manejo de incertidumbres. La cuantificación de las incertidumbres inherentes a cualquier simulación climática es una de las áreas en las que la comunidad científica está centrando esfuerzos significativos. Para evaluar estas incertidumbres, en el proceso de obtención de proyecciones futuras se deben utilizar tantos MC y RCP como sea posible. Cuanto más similares sean las proyecciones obtenidas de diferentes MC y RCP para una localización concreta, menos incertidumbres en la simulación del clima habrá para esa localización.

v. Se deben realizar estudios completos de verificación y validación.

Antes de producir las simulaciones futuras, las herramientas de downscaling deben ser verificadas y los MC validados. La verificación evalúa si la herramienta de downscaling es capaz de “traducir” una información atmosférica de baja resolución a efectos en superficie de alta resolución.

La validación evalúa si la simulación de un MC refleja realmente las configuraciones atmosféricas de un área geográfica. Se aplica la herramienta de downscaling a los datos de control que proporciona cada MC para el pasado reciente (por ejemplo, 1960-2000) y se compara esta simulación con el clima observado.

Cuadro 1. La técnica de downscaling FICLIMA.

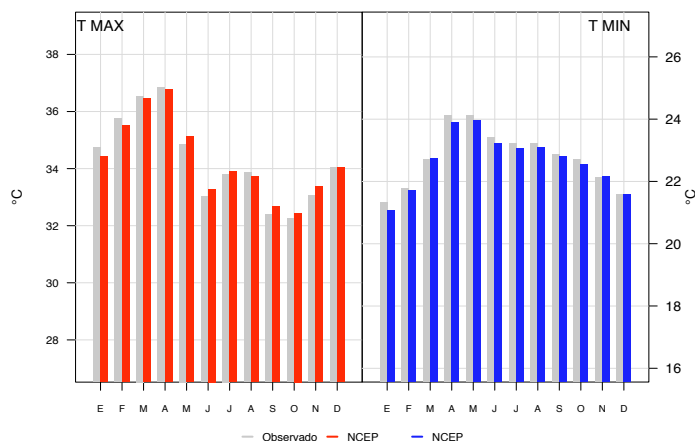
Las técnicas estadísticas de downscaling consisten en establecer relaciones entre campos atmosféricos de gran escala (predictores) y variables de superficie de alta resolución como temperatura y precipitación (predictandos). Los escenarios se construyen aplicando esas relaciones a los resultados (simulaciones de los predictores para el futuro) que proporcionan los modelos climáticos (MC).

La técnica de downscaling FICLIMA, desarrollada por la Fundación para la Investigación del Clima-FIC, ha sido verificada satisfactoriamente en diversos proyectos nacionales e internacionales y su aplicación a los estudios de impacto del cambio climático satisface los requisitos explicados previamente: FICLIMA utiliza los modelos climáticos más recientes de CMIP5, la mayoría de los cuales son Modelos del Sistema Tierra (ESM, por sus siglas en inglés), y sus resultados se utilizan para el Quinto Informe de Evaluación del IPCC ; trabaja a escala diaria y genera series diarias de temperaturas máximas y mínimas, precipitación y otras variables para cada proyección; utiliza información local de observatorios disponibles y produce en consecuencia, escenarios locales; se consideran y cuantifican las incertidumbres mediante el downscaling de tantas proyecciones como sea posible (varios MC con varias RCP cada uno), y se llevan a cabo procesos de verificación y validación para cada variable, observatorio o punto de rejilla y MC (véanse las figuras 3 y 4).

Cuadro 1. La técnica de downscaling FICLIMA.

Figura 3. Resultados de verificación de temperatura.

Verificación Observado / NCEP: Promedio Total GOLFO DE FONSECA - NICARAGUA

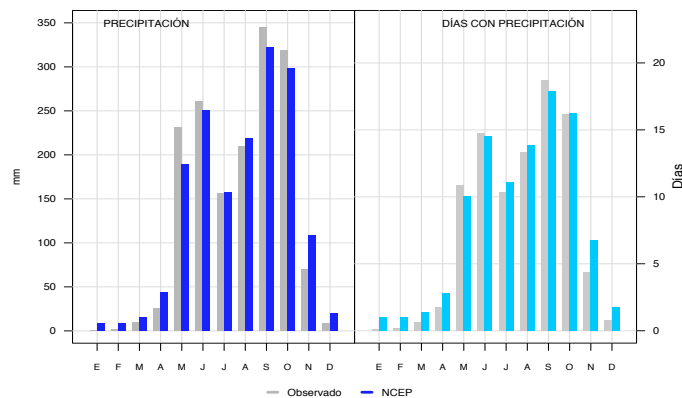


Los resultados corresponden al promedio de todos los observatorios utilizados y se refieren a la temperatura máxima (izquierda) y la temperatura mínima (derecha), para el periodo 1951-2011. En gris se representan los datos observados. En rojo y azul los datos simulados por FICLIMA por downscaling del reanálisis NCEP⁴ (representa las observaciones de los predictores). Unidad: grados centígrados.

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Resultados de verificación para la precipitación.

Verificación Observado / NCEP: Promedio Total GOLFO DE FONSECA - NICARAGUA



Los resultados corresponden al promedio de todos los observatorios utilizados y se refieren a la precipitación en milímetros (izquierda) y el número de días con precipitación (derecha). En gris se representan los datos observados y en azul los datos simulados por FICLIMA por downscaling del reanálisis NCEP. Unidad: milímetros y días.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de verificación son excelentes, especialmente en el caso de la temperatura. Los resultados de validación son también muy buenos para el modelo alemán, tanto para precipitación como para temperatura, siendo el que mejores resultados ofrece de los cuatro utilizados para prácticamente todos los observatorios y variables. Para los restantes modelos los resultados son suficientemente buenos, excepto quizá para el caso del modelo GFDL que no simula adecuadamente el máximo relativo de precipitación de junio. En todo caso, salvo en las figuras 11 y 12, se han utilizado en este trabajo las simulaciones de todos ellos, pero se deberá tener precaución en el análisis de precipitación de primera estimada por el GFDL.

Se pueden consultar más detalles de la técnica de downscaling FICLIMA en: www.ficlima.org/metodologia_downscaling_estadistica_FICLIMA.pdf

⁴ Un reanálisis atmosférico es una representación tridimensional del estado de la atmósfera, a ciertas horas de cada día del periodo del pasado (el reanálisis del NCEP/NCAR abarca 1951-2012), y se pueden considerar "observaciones" de los estados atmosféricos del pasado, y por tanto de los predictores (que son los campos atmosféricos de baja resolución que se utilizan como entrada para predecir los predictandos, que son la temperatura y la precipitación en superficie).

Una vez que se logra verificar y validar la metodología utilizada se producen simulaciones locales de clima futuro aplicando la técnica de downscaling a cada una de las proyecciones disponibles (una proyección para cada MC bajo cada RCP). Ver sección 4.

Las simulaciones se aplican a los índices agroclimáticos que fueron también verificados con las comunidades y con los técnicos, lo que permite determinar la evolución temporal de estos índices y sus implicaciones para los medios de vida según diferentes MC y RCP, lo cual permite también cuantificar las incertidumbres.

e) Análisis de las amenazas y efectos previstos del cambio climático sobre los medios de vida.

El análisis de las simulaciones obtenidas permitió identificar con las comunidades las principales amenazas y efectos del cambio climático en los medios de vida, mediante talleres con grupos focales de familias productoras de la zona.

En los mismos grupos focales se procedió a recopilar información sobre otros factores ambientales que influyen en el clima de la zona para incorporar otros elementos coadyuvantes del cambio de clima a nivel local.

f) Definición de objetivos estratégicos, líneas de acción y acciones de adaptación.

A partir de las amenazas y efectos identificados se procedió (en talleres de grupos focales por medio de vida con instituciones del Gobierno Local, cooperativas de familias productoras y organizaciones de la sociedad civil) a la construcción de objetivos y líneas de acción para mejorar de la resiliencia del sistema humano y natural de la zona ante el cambio climático. Esto implica definir qué ajustes es preciso introducir en los medios de vida priorizados, y qué recursos son necesarios.

3. Medios de vida vulnerables al cambio climático

En este apartado se exponen los medios de vida priorizados en los municipios por su importancia económica y su vulnerabilidad al cambio climático, así como la percepción de las familias productoras sobre el cambio climático. Las comunidades con las que se realizó este análisis fueron:

- Puerto Morazán, Hato Grande, Tonalá, San Luis de Amayo, Silvio Castro y El Limonal en Puerto Morazán.
- El Bonete, Cayanglipe y Mata Palo en Villanueva.
- Palo Grande y Las Mesas en Somotillo.
- Los Playones de Catarina y Potosí en El Viejo.
- San Juan de la Penca en Chinandega.

Los criterios utilizados para la selección de los medios de vida afectados por el cambio climático en la zona se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios para la selección de los medios de vida.

Criterios	Valoración 1 Cumple -1 No Cumple		Maíz	Maíz cillo	Sandía	Mara- ñón	Caña de azúcar	Sorgo	Ajon- jolí	Maní	Musa- cias	Pesca	Ca- marón	Gana- dería
	Frijol 1ra	Frijol 2da												
Cercanía de las estaciones Meteorológicas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Importancia para la SAN a nivel de los Pequeños y Medianos Productores/as	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
Representatividad en los 3 países y zonificación en la línea de base	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1
Superficie (representativa en función al área del Golfo)	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	1
Peso relativo del rubro en la economía local (encadenamiento)	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1
Dependencia de la variabilidad y cambio climático	1	1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1
Interés de parte de los gobiernos locales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VALORACIÓN	3	5	7	5	1	1	3	3	3	1	3	7	7	7

Nota: Esta tabla pertenece al estudio realizado en el Golfo de Fonseca a nivel trinacional (Nicaragua, El Salvador y Honduras).

Fuente: CIDEA-UCA.

Los medios de vida priorizados por cumplir con todos los criterios que aparecen en la tabla fueron pesca, camaronicultura, maíz y ganadería, que cuentan con una puntuación de 7. Para Nicaragua se incluyeron el ajonjolí y el plátano (musácea), por ser de importancia económica en la zona y verse afectados por el clima. Estos dos medios de vida solo se han estudiado a nivel de los efectos que el cambio climático puede tener sobre ellos (ver apartado 6), quedando para un estudio posterior sus correspondientes estrategias de adaptación. Ver tabla 3.

Por ejemplo, en el caso de Puerto Morazán, la fuente base de la economía la constituyen los rubros de pesca y camarón, que son manejados a través de estructuras cooperativas. El 40% de la población se dedica a la pesca y a la cría del camarón de forma artesanal. La importancia de esta riqueza estriba en que los suelos que forman los playones del delta contienen una espesa capa de lodo muy rica en nutrientes, que son la base orgánica de una sólida pirámide alimentaria del manglar, ecosistema con alta producción de biomasa. Este municipio es extremadamente vulnerable al cambio climático, dado que dependen directamente de la pesca y camaronicultura practicadas en la zona del Golfo y Estero Real. En todo el ciclo de producción los cambios en las temperaturas del agua, la salinidad y el arrastre de sedimentos (y químicos lixiviados) pueden provocar mortandad en los peces y larvas de camarón.

Tabla 3. Medios de vida más importantes de la zona e influencia del clima.

Rubros más importantes afectados por el CC	¿Por qué?
Pesca y cría del camarón en pequeñas granjas (Puerto Morazán, El Viejo y Somotillo).	Pesca en estanques y lagunas naturales. Las lluvias inciden en sus rendimientos. Expresan que se ha dado un incremento en la aparición de enfermedades producto de lluvias continuas que inciden en la salinidad y la temperatura. Así mismo destacan la destrucción de la infraestructura (estanques), provocada por las fuertes lluvias, siendo los meses de septiembre y octubre los más críticos.
	Las larvas de camarón son muy sensibles a los cambios de temperatura y de la salinidad del agua. Los miembros de las comunidades destacan que la calidad del agua ha bajado, reduciendo el desarrollo del camarón.
Pesca (Puerto Morazán, El Viejo y Somotillo).	Pesca de autoconsumo y comercio. La temperatura del agua es importante para la pesca. Si la temperatura es alta el pez se sumerge o migra hacia otras zonas, y se provoca un bajo desarrollo de los alevines y la mortandad de los peces. Esto último también se debe a la contaminación de las aguas. Las familias productoras expresan que han sentido en las dos últimas décadas una reducción en los volúmenes de captura, así como la desaparición de especies.
	La pesca se ve afectada cuando hay sequías o aguaceros originados por tormentas y huracanes. El régimen de lluvias incide en sus rendimientos.
	Los golpes de calor y el efecto bochorno son sentidos en forma general por los pescadores que señalan recurrir a mayores costos para efectuar sus faenas.
Maíz (Puerto Morazán, Villanueva, Somotillo, El Viejo y Chinandega).	Siembra para autoconsumo y comercio. El régimen de las lluvias incide en sus rendimientos. Es muy propenso a la sequía y la humedad. Las fuertes lluvias o sequías impiden su desarrollo.

Rubros más importantes afectados por el CC	¿Por qué?
Maíz (Puerto Morazán, Villanueva, Somotillo, El Viejo y Chinandega)	Siembra para autoconsumo y comercio. El régimen de las lluvias incide en sus rendimientos. Es muy propenso a la sequía y la humedad. Las fuertes lluvias o sequías impiden su desarrollo.
Plátano (Puerto Morazán, Chinandega y Villanueva)	Siembra para autoconsumo y comercio. El exceso de lluvias incide en el retraso de la siembra y el lavado de los fertilizantes. Propenso a enfermedades y baja producción si hay vientos fuertes y lluvias intensas. Si llueve antes del periodo se madura antes, de manera que hay que acelerar el proceso de corte que no estaba planificado.
Ganadería (Villanueva, Somotillo y Chinandega).	Están desapareciendo las áreas de pastos que sirven de alimento para el ganado, y esto se debe a que el río ha cambiado su curso normal y ahora trae consigo tierra y sedimentos.
	Las fuertes lluvias impiden que el ganado salga a alimentarse (áreas de pastizales inundadas), provocando mala alimentación y muerte en los partos.
	Los animales se estresan con las inundaciones, no se alimentan y la producción baja.
	Con inviernos de lluvias intensas se incrementa la presencia de enfermedades, principalmente podales y respiratorias.
Ajonjolí (Villanueva, Somotillo, El Viejo y Chinandega).	Rubro que se cultiva para el comercio. El clima incide fuertemente. Si llueve mucho se dificulta la preparación de suelo por lo que se retrasa la siembra hasta esperar que el agua drene y además en siembra se puede perder la semilla por su pequeño tamaño. El clima incide para que se dé la afectación de la plaga de "pata negra" que es un hongo que no permite el desarrollo de las plantas.
	La actividad de raleo realizada con lluvia puede dañar el cultivo al estresarse por el arranque de las plantas.
	La actividad de parveo o secado de las ramas de ajonjolí con lluvia hace que se mojen las parvas, se mancha el grano y pierde valor, lo que hace que la cosecha se pierda.

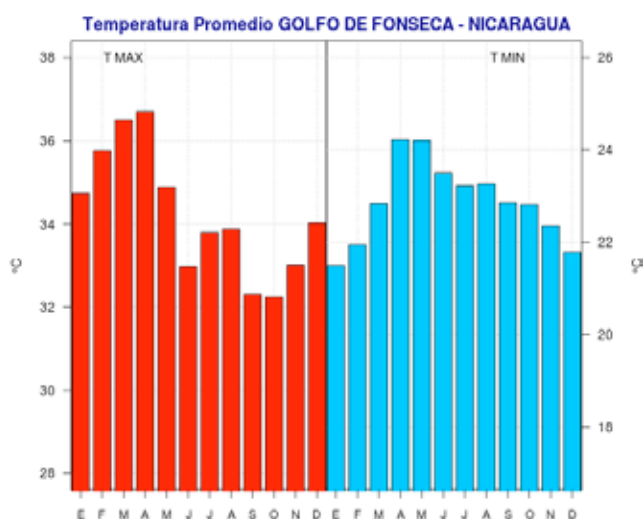
Fuente: elaboración propia.

4. Características del clima de la zona

Atendiendo a la clasificación climática de Köppen, a esta región le corresponde un clima tropical seco (característico de toda la región pacífica del país) con dos periodos bien marcados: un periodo de verano y un periodo lluvioso. El periodo de verano comprende desde noviembre hasta abril y el periodo lluvioso de mayo a octubre.

El clima de la zona es bastante caluroso durante todo el año. La oscilación térmica anual es muy baja (entre el mes más caluroso y el más fresco existe una diferencia de temperatura máxima inferior a 5°C y de temperatura mínima cercana a los 3°C). Las temperaturas máximas alcanzan valores superiores a los 30-32°C durante todo el año y las mínimas se sitúan por encima de los 20°C. La amplitud térmica diaria es superior a 10°C en cualquier mes del año (figura 5). Las temperaturas máximas más altas se concentran entre enero y abril (coincidiendo con la estación de verano), superándose los 35°C, y las temperaturas mínimas más altas en abril y mayo, superándose los 24°C. Los meses más frescos, en cuanto a términos de temperatura máxima con unos 32°C, son septiembre y octubre y en el caso de la temperatura mínima, por debajo de 22°C, son diciembre y enero.

Figura 5. Climograma de temperaturas.

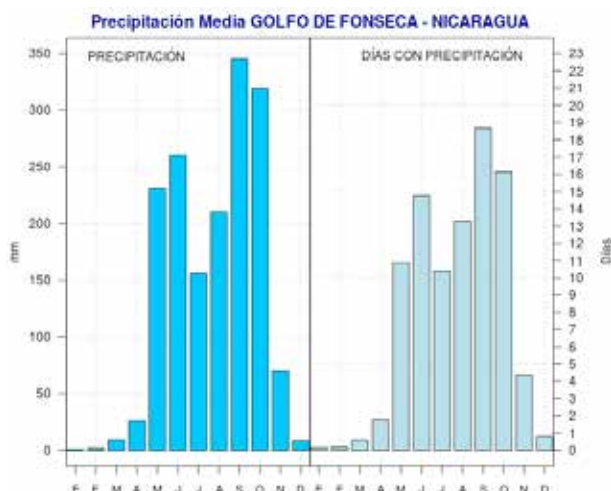


Temperatura mínima (derecha) y máxima (izquierda) obtenidas promediando todas las estaciones meteorológicas correspondientes a los municipios del Golfo de Fonseca en territorio nicaragüense. Unidad: grados centígrados.

Fuente: elaboración propia.

La precipitación anual varía considerablemente de unos años a otros, llegando a registrarse en torno a 2000 mm los años más lluviosos y en torno a 700 mm los años más secos. Los meses con mayor precipitación acumulada son los de septiembre y octubre, seguidos de mayo y junio. Entre ambos periodos con precipitaciones elevadas se observa el fenómeno de la canícula. Este fenómeno se caracteriza por un descenso de las precipitaciones entre la última quincena de julio y la primera de agosto (figura 6).

Figura 6. Climograma de precipitación.

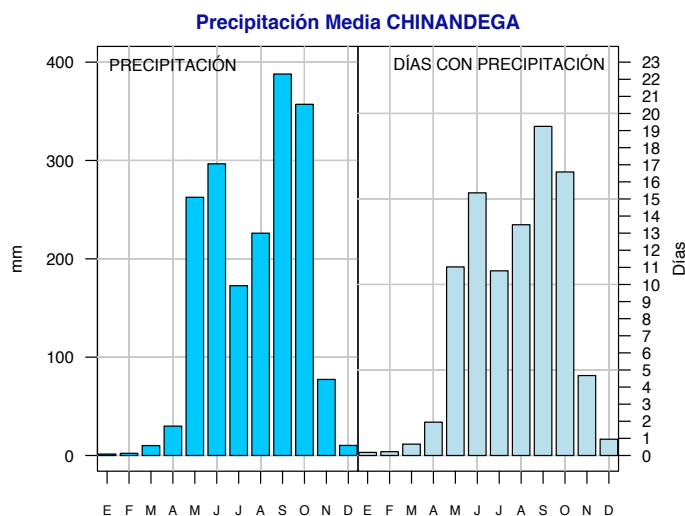


Precipitación (izquierda) y número de días con precipitación (derecha) correspondientes a los municipios del Golfo de Fonseca en territorio nicaragüense. Unidades: milímetros y días.

Fuente: elaboración propia.

Entre los cinco municipios analizados se observan diferencias en el régimen pluviométrico, pudiendo establecerse dos subgrupos. Por un lado se encuentran los observatorios de Chinandega, Somotillo, Villanueva, Hacienda Cosigüina y Choluteca (denominados como Chinandega I) y en el otro, los municipios Villa 15 de Julio y Potosí (denominados como Chinandega II). Como se observa en las figuras 7 y 8, ambos grupos presentan el mismo ciclo intra-anual de la precipitación con una época más seca, una época de lluvias y el fenómeno de la canícula, pero en los observatorios del primer grupo las lluvias son mucho más intensas que en los del segundo. Por ejemplo, en el grupo Chinandega durante el mes de junio se registran unos 300 mm en 15 días, mientras que para el mismo mes en el grupo Chinandega II se registran unos 170 mm en 13 días.

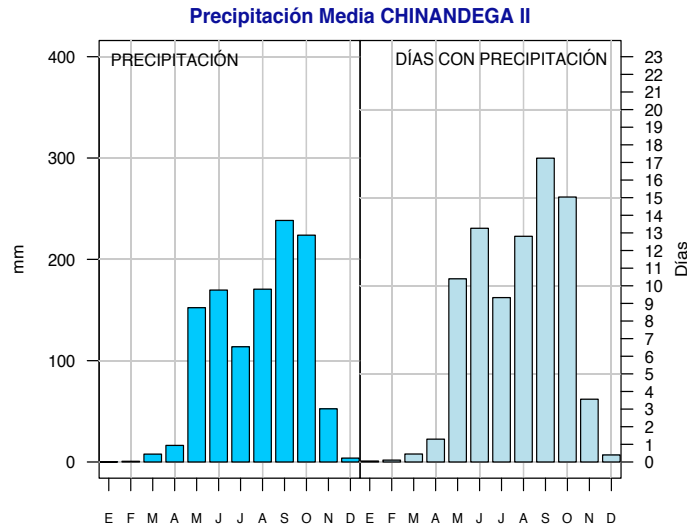
Figura 7. Climograma de precipitación en Chinandega I.



Precipitación (izquierda) y número de días con precipitación (derecha) correspondientes al grupo de municipios encuadrados en el grupo Chinandega I (Chinandega, Somotillo, Villanueva, Hacienda Cosigüina y Choluteca). Unidades: milímetros y días.

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Climograma de precipitación En Chinandega II.



Precipitación (izquierda) y número de días con precipitación (derecha) correspondientes al grupo de municipios encuadrados en el grupo Chinandega II (Villa 15 de Julio y Potosí). Unidades: milímetros y días.

Fuente: elaboración propia.

5. Escenarios de cambio climático locales

Respecto a los cambios que simulan los modelos para mediados de siglo (promedio 2041-2070), todos ellos coinciden en un claro aumento de las temperaturas máximas y mínimas, entre 1 y 2°C especialmente en los meses centrales del año.

En cuanto a la precipitación, se esperan aumentos de entre un 10 y un 30% en el periodo entre septiembre y febrero, con diferencias entre las distintas estaciones meteorológicas estudiadas como se indica a continuación.

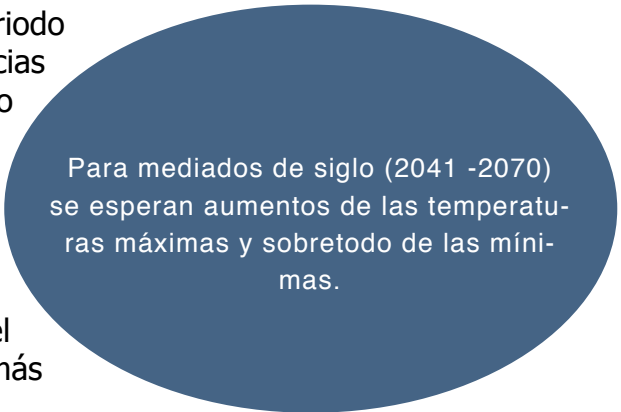
Se han analizado las simulaciones de futuro (escenarios) de las temperaturas máxima y mínima de la estación de Chinandega⁵ representativa de la zona.

En las figuras 9 y 10 se puede observar que existen diferentes tendencias dependiendo de la época del año. Las figuras permiten ver los cambios esperados durante las diferentes décadas hasta el 2085, aunque para el análisis nos vamos a referir a mediados de siglo (2041-2070).

En relación con la temperatura máxima, para el periodo de diciembre a febrero apenas se esperan tendencias de aumento para mitad de siglo, salvo en el escenario más pesimista (RCP 85), para el que se aprecian tendencias de aumento de 0,5°C.

En el trimestre de marzo a mayo, al igual que para el trimestre de junio a agosto, se esperan tendencias de aumento en torno a 1°C para el escenario intermedio (RCP 45) y a 1,5°C para el más pesimista.

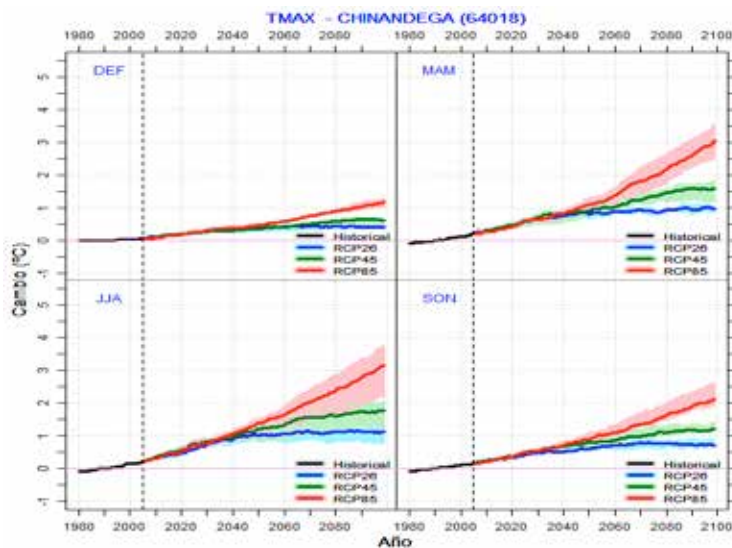
El periodo de septiembre a noviembre presenta unas tendencias de aumento de un poco menos de 1°C para el escenario intermedio.



Para mediados de siglo (2041 -2070) se esperan aumentos de las temperaturas máximas y sobretodo de las mínimas.

⁵Se simulan cambios muy parecidos en otra estación para la que se tienen datos de temperatura en la zona (Choluteca), de ahí que se haya tomado como referencia para el análisis tan solo el caso de Chinandega pues representa las tendencias de cambio en la zona.

Figura 9. Incrementos de temperatura máxima.

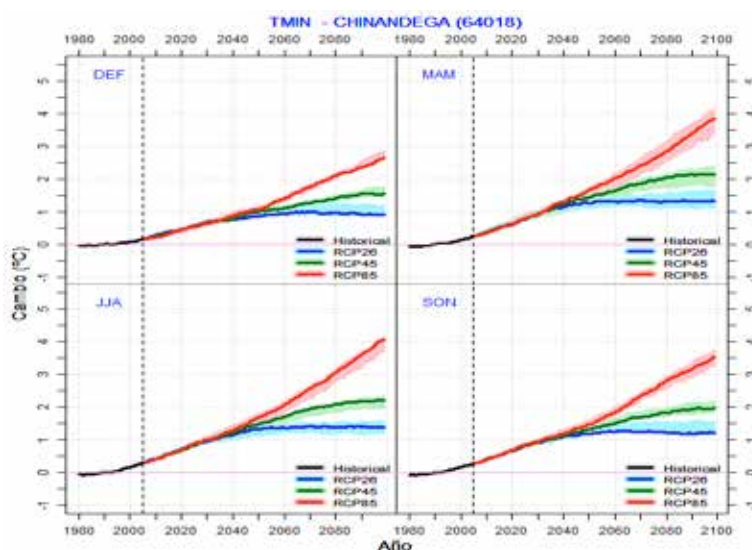


Fuente: elaboración propia.

Incrementos de temperatura máxima respecto al periodo histórico (1980-2010) esperados a lo largo del siglo XXI para el observatorio Chinandega. En la figura se representan los datos estacionales: Diciembre - Enero -Febrero (DEF), Marzo- Abril - Mayo (MAM), Junio - Julio - Agosto (JJA) y Septiembre - Octubre - Noviembre (SON). En gris oscuro se muestran los valores del periodo histórico. En azul, verde y rojo se muestran los valores obtenidos para los escenarios RCP26, RCP45 y RCP85, respectivamente (conjuntamente para los 4 Modelos Climáticos utilizados para el estudio). Unidades en grados centígrados.

En relación a la temperatura mínima, para diciembre a febrero se esperan aumentos de 1°C y 1,5°C en el escenario intermedio (RCP 45) y en el pesimista (RCP 85) respectivamente, siempre para mitad de siglo. Para los demás trimestres: de marzo a mayo; de junio a agosto y de septiembre a noviembre las tendencias simuladas son de 1,5° y 2° en el escenario intermedio y en el pesimista, respectivamente.

Figura 10. Incrementos de temperatura mínima.



Fuente: elaboración propia.

Incrementos de temperatura mínima respecto al periodo histórico (1980-2010) esperados a lo largo del siglo XXI para el observatorio Chinandega. En la figura se representan los datos estacionales: Diciembre - Enero -Febrero (DEF), Marzo- Abril - Mayo (MAM), Junio - Julio - Agosto (JJA) y Septiembre - Octubre - Noviembre (SON). En gris oscuro se muestran los valores del periodo histórico. En azul, verde y rojo se muestran los valores obtenidos para los escenarios RCP26, RCP45 y RCP85, respectivamente (conjuntamente para los 4 Modelos Climáticos utilizados para el estudio). Unidades en grados centígrados.

Se han analizado las simulaciones de futuro (escenarios) de la precipitación media, por un lado, de la estación de Chinandega, representativa de las estaciones que muestran mayor precipitación en la zona (Somotillo, Villanueva, Chinandega y Choluteca), y por otro, de la estación Villa 15 de Julio, representativa de las estaciones que muestran algo menos de precipitación (Villa 15 de Julio y Potosí), según se indicó en el apartado 4.

Los mayores incrementos en las máximas se prevén entre marzo y agosto (de 1 °C a 1,5 °C).

Los mayores incrementos de las mínimas se esperan entre marzo y noviembre (de 1,5 °C a casi los 2 °C).

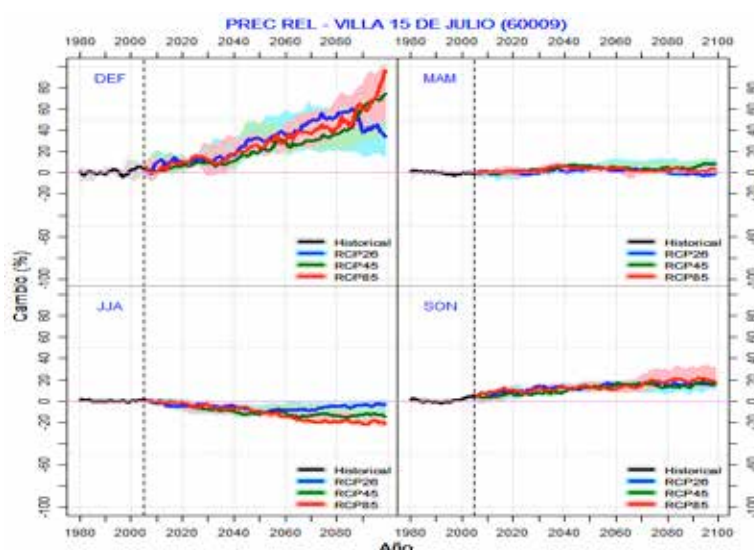
En las figuras 11 y 12 se puede observar que existen diferentes tendencias de cambios en precipitación dependiendo del periodo del año.

En la estación de la Villa 15 de Junio (figura 11) se simulan tendencias para mitad de siglo de entorno al 30% de aumento de precipitación media en el periodo de diciembre a febrero en los diferentes escenarios considerados. Al ser un periodo muy seco este incremento es muy pequeño (en términos absolutos de unos 3 mm/mes).

En el periodo de septiembre a noviembre se esperan aumentos de un 10-15% (unos 15mm/mes en términos absolutos) sin observarse diferencias significativas entre los diferentes escenarios. En los meses de junio a agosto (coincidentes con la primera) se prevé una disminución de las lluvias de un 10-15% para mediados de siglo, es decir unos 20mm/mes. En los meses de marzo a mayo no se esperan cambios significativos.

Sin embargo, la estación de Potosí (figura no incluida) presenta tendencias algo diferentes, pues no se prevén cambios de precipitación en junio a agosto y en cambio sí en marzo a mayo, con incrementos en estos meses del 10% (en torno al 12mm/mes).

Figura 11. Cambios de precipitación en Villa 15 de Julio.



Fuente: elaboración propia.

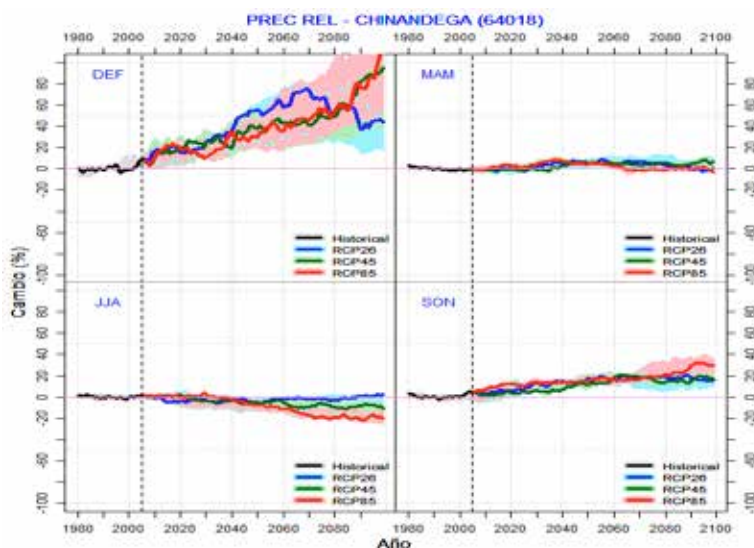
Cambios relativos de precipitación respecto al periodo histórico (1980-2010) esperados a lo largo del siglo XXI para el observatorio Villa 15 de Julio. En la figura se representan los datos estacionales: Diciembre-Enero-Febrero (DEF), Marzo-Abril-Mayo (MAM), Junio-Julio-Agosto (JJA) y Septiembre-Octubre-Noviembre (SON). En gris oscuro se muestran los valores del periodo histórico. En azul, verde y rojo se muestran los valores obtenidos para los escenarios RCP26, RCP45 y RCP85, respectivamente (conjuntamente para 3 de los Modelos Climáticos utilizados para el estudio, excluyendo el GDFL por sus insuficientes buenos resultados de validación para precipitación). Unidades en milímetros.

En la estación de Chinandega (ver figura 12) se simulan para mitad de siglo tendencias de un 30-40% de aumento de precipitación media en el periodo de diciembre a febrero en los diferentes escenarios considerados (es la época seca, por lo que pequeños aumentos, en torno a 6mm/mes, suponen cambios porcentuales importantes).

Se espera que para la mitad de siglo la primera sea más seca (con una reducción del 10% de la precipitación) y la postrera más lluviosa (aumentos del 10-20%).

En el periodo de septiembre a noviembre se esperan aumentos del 20%, alrededor de 25mm/mes, sin grandes diferencias entre los distintos escenarios. Entre los meses de junio a agosto se prevé una reducción del 10%, con disminuciones de hasta 18mm/mes en función del escenario de emisiones. Esta previsión es similar para las estaciones de Somotillo, Villanueva y Choluteca. No se prevén cambios significativos entre marzo y mayo.

Figura 12. Cambios de precipitación en Chinandega.



Fuente: elaboración propia.

Cambios relativos de precipitación respecto al periodo histórico (1980-2010) esperados a lo largo del siglo XXI para el observatorio Villa 15 de Julio. En la figura se representan los datos estacionales: Diciembre-Enero-Febrero (DEF), Marzo-Abril-Mayo (MAM), Junio-Julio-Agosto (JJA) y Septiembre-Octubre-Noviembre (SON). En gris oscuro se muestran los valores del periodo histórico. En azul, verde y rojo se muestran los valores obtenidos para los escenarios RCP26, RCP45 y RCP85, respectivamente (conjuntamente para 3 de los Modelos Climáticos utilizados para el estudio, excluyendo el GDFL por sus insuficientes buenos resultados de validación para precipitación). Unidades en milímetros.

6. Amenazas y efectos del cambio Climático en los medios de vida

En este apartado se analizan los efectos del cambio climático y las amenazas que se presentan sobre los principales medios de vida descritos. Para el análisis se han tenido en cuenta dos enfoques de adaptación. El primero se basa en la gestión de riesgos climáticos y el cambio climático, mediante el cual se elaboran simulaciones sobre el cambio climático a partir de los modelos globales y sus efectos sobre los índices agroclimáticos identificados para cada uno de los medios de vida, analizándolos de forma participativa con los actores de la zona.

El segundo enfoque de adaptación consiste en construir mayor capacidad de respuesta, y para ello se estudian las acciones realizadas en las comunidades y municipios que pueden incidir en el clima local y que están influyendo en el desarrollo sostenible de los medios de vida, agravando los efectos del cambio climático, y también se analizan las estrategias puestas en marcha por las comunidades para amortiguar estos efectos.

6.1. Índices generales.

En primer lugar se analizaron una serie de índices generales que nos informan de cómo se prevé pueden cambiar fenómenos climáticos claves que afectan a sistemas de producción esenciales en los municipios de estudio, como son el inicio del invierno, la canícula y la postrera.

El análisis de los índices definidos permite concluir que en general no se prevén grandes cambios en el las fechas de inicio del invierno en la época de primera ni en la extensión de la canícula, excepto en el escenario de emisiones más pesimista en el que sí se prevé un adelanto en la entrada del invierno de hasta una semana. En general, este adelanto del invierno irá acompañado de un adelanto de la canícula. En algunas áreas como Chinandega se prevé una leve ampliación del periodo canicular (tres o cuatro días para mediados de siglo) y un leve incremento de los días en que las temperaturas superarán los 38°C.

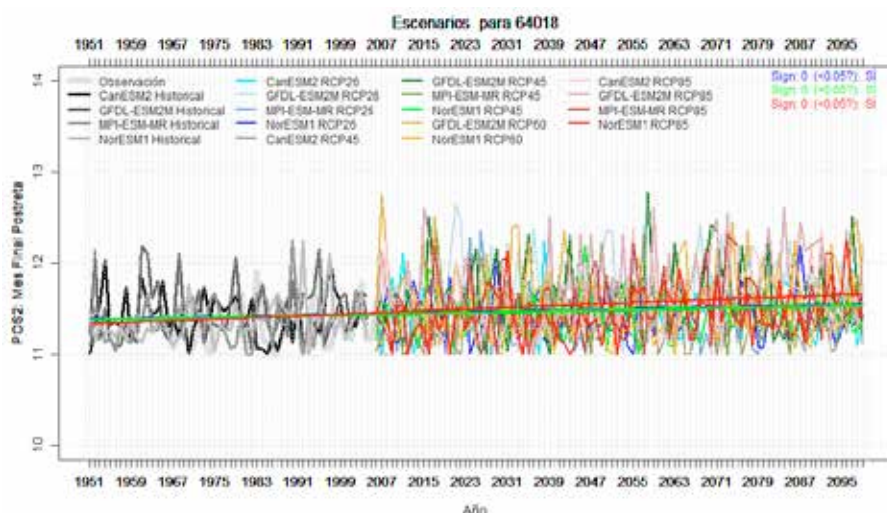
No se prevén cambios en las fechas de inicio de la postrera pero sí cambios sustanciales en el fin de postrera, como se observa en la figura 13.

La postrera suele finalizar en la primera semana de noviembre, variando entre unas áreas y otras. Esta fase es muy importante en cultivos de siembra en humedales para que se den condiciones de escasa lluvia una vez finalizada la postrera, como para poder secar la cosecha producida en ese periodo. El índice para poder medir el final de la postrera ha sido definido como:

Índice de fin de postrera (POS2): Primera fecha a partir del 1 de noviembre en la que se dan 8 días consecutivos con precipitación acumulada igual o inferior a 2 mm.

La tendencia de este índice es muy significativa en todas las estaciones hacia un retraso en la finalización de las lluvias de postrera del orden de 5-7 días, lo que significa que esta finalización tendrá lugar a mediados de noviembre. El área donde este retraso será más relevante es en la estación de Villanueva, Somotillo, Chinandega. En la figura 13 se puede ver el ejemplo de Chinandega. En el cuadro 3 se incluye información sobre cómo interpretar este tipo de figuras.

Figura 13. Tendencias de finalización de lluvias de postrera en Chinandega.



Fuente: elaboración propia

Cuadro 2. Información para facilitar la interpretación de figuras de escenarios de índices

1. En ordenadas figura el valor del índice y en abscisas los años.
2. Las líneas grises de la izquierda corresponden a los valores del índice obtenidos a partir de las observaciones meteorológicas reales, y a partir de las simulaciones de los Modelos Climáticos para el pasado (lo que dicen los modelos que fue el clima en el pasado).
3. Las líneas coloreadas corresponden a los valores del índice obtenidos a partir de las simulaciones de los Modelos Climáticos para el futuro, bajo cuatro escenarios de emisiones diferentes (RCP26, RCP45, RCP60 y RCP85).
4. Las rectas azul, verde y roja representan las tendencias promediando los cuatro Modelos Climáticos para cada uno de los escenarios RCP26, RCP45 y RCP85, respectivamente. Para la RCP60 no se representa porque sólo 2 Modelos Climáticos tienen simulaciones para ese escenario de emisiones.
5. En la parte derecha superior figura la significancia estadística del cambio para cada una de las rectas de tendencias. "SI" quiere decir que el cambio es estadísticamente significativo y "NO", que no lo es.

Fuente: elaboración propia

No se prevén grandes cambios de tendencia en la duración del ciclo de primera. Para mediados de siglo, se prevé que el ciclo de pos-trera tienda a extenderse entre 5 y 7 días, hacia la segunda quincena de noviembre.

6.2. Pesca y camaronicultura.

6.2.1. Pesca.

Se han analizado dos elementos críticos para la pesca en los cuales los cambios en el clima pueden ejercer una gran influencia:

- a) El desove de las principales especies (camarón blanco, crustáceos, moluscos y peces de escama).
- b) Las condiciones de pesca por golpes de calor.

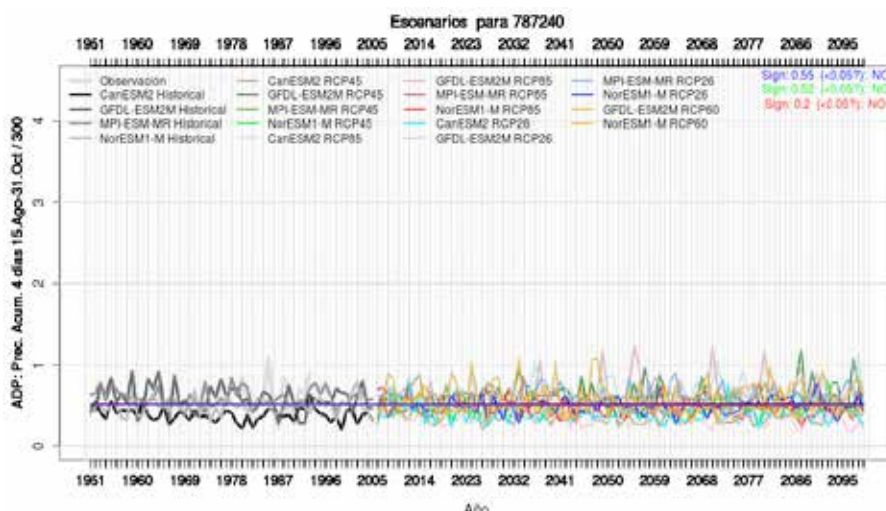
a) El desove de las principales especies.

El análisis se ha centrado en uno de los factores que más afecta a las etapas larvales y juveniles de las especies que se pescan en el Golfo de Fonseca: los temporales de lluvia intensa entre los meses de agosto y octubre (cuando la intensidad de las lluvias es mayor). El índice utilizado ha sido el siguiente:

Índice de afectación al desove por temporal (ADP): Máxima precipitación acumulada (mm) en 4 días consecutivos en el periodo del 15 de agosto al 31 de octubre (2,5 meses) dividido entre 300 mm (es más desfavorable cuanto mayor de 1 sea este cociente es más favorable cuanto menor de 1 sea el cociente).

En casi todas las áreas analizadas la media de las máximas precipitaciones acumuladas en 7 días está en torno a los 140-160 mm y parece tender a mantenerse en el futuro. En cualquiera de ellas oscila considerablemente de un año para otro, pero en general no se alcanzan los 300 mm, salvo en años muy excepcionales. Esto pone en evidencia que en la actualidad la pesca no ha estado afectada por este tipo de eventos climáticos. Sin embargo en el futuro sí hay un incremento en el número de picos que alcanzan los 300 mm, debido a la variabilidad climática, como se observa en la figura 14, de la estación de Choluteca (estación de referencia para este análisis por disponer de temperatura y ser la que más representa el clima de esta zona para los medios de vida acuícolas), lo cual puede perjudicar los estados larvales y juveniles de las especies que se pescan en el Golfo de Fonseca.

Tendencias de afectación al desove de especies acuícolas en Choluteca.



Fuente: elaboración propia

b) las condiciones de pesca por golpes de calor.

Las condiciones de la pesca relacionadas con la mayor o menor frecuencia de los golpes de calor pueden influir tanto en los pescadores como en la presencia y accesibilidad a los bancos de peces. Dos aspectos del clima pueden afectar a las condiciones de pesca: la frecuencia y la amplitud de los golpes de calor. El primero de ellos afectará a las especies euritérmicas (por ejemplo, los crustáceos), que se ven afectadas por los cambios bruscos en la temperatura ambiente (no tanto por los cambios graduales), y el segundo a las especies que se estresan por periodos prolongados de altas temperaturas. Por esta razón los índices utilizados fueron dos:

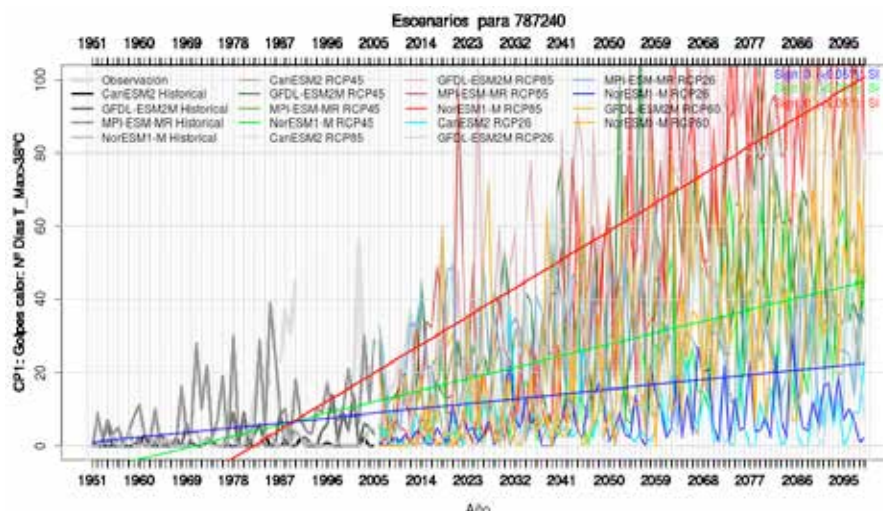
Índice de frecuencia de golpes de calor (CP1): Número de días en que las temperaturas máximas superan los 38°C.

Índice de amplitud de golpes de calor (CP2): Número de episodios en los que se dan más de 5 días consecutivos en los que las temperaturas se incrementan más de 3°C con relación a la media histórica.

La tendencia es hacia el incremento del número de días calurosos y la extensión de olas de calor lo que influirá en el acceso a los bancos de pesca y en las faenas pesqueras.

El análisis realizado en áreas en las que se dispone de datos de temperatura confirma una tendencia significativa y muy relevante al aumento de los días en que la temperatura máxima supera los 38°C. En los escenarios medios RCP45 de Choluteca se duplicaría el número de días en que se alcanza esta temperatura, de 15 a 30 días (figura 15), lo cual puede ser perjudicial para la pesca.

Figura 15. Tendencias de frecuencia de golpes de calor para la pesca en Choluteca.



Fuente: elaboración propia

En relación a la amplitud de golpes de calor se esperan tendencias de que se multipliquen por tres los episodios en los que se dan más de 5 días consecutivos con temperaturas que se incrementan más de 3°C respecto a la media histórica con los consiguientes riesgos de estrés de las especies marinas, haciendo que los bancos de peces se alejen de las áreas de pesca y se sumerjan hacia aguas más profundas. Los pescadores también se prevé que enfrentarán mayor bochorno en las faenas de pesca, dificultando esta tarea.

6.2.2. Camaronicultura.

Las consultas realizadas con expertos, empresas de camaronicultura (Honduras) y comunidades donde se realiza la camaronicultura de manera artesanal han llevado a definir dos aspectos críticos en los que el clima afecta en mayor medida al cultivo del camarón⁶ :

- La influencia de las temperaturas en el crecimiento del camarón
- La influencia de las temperaturas en el desarrollo y propagación de enfermedades que afectan al camarón

a) La influencia de las temperaturas en el crecimiento del camarón.

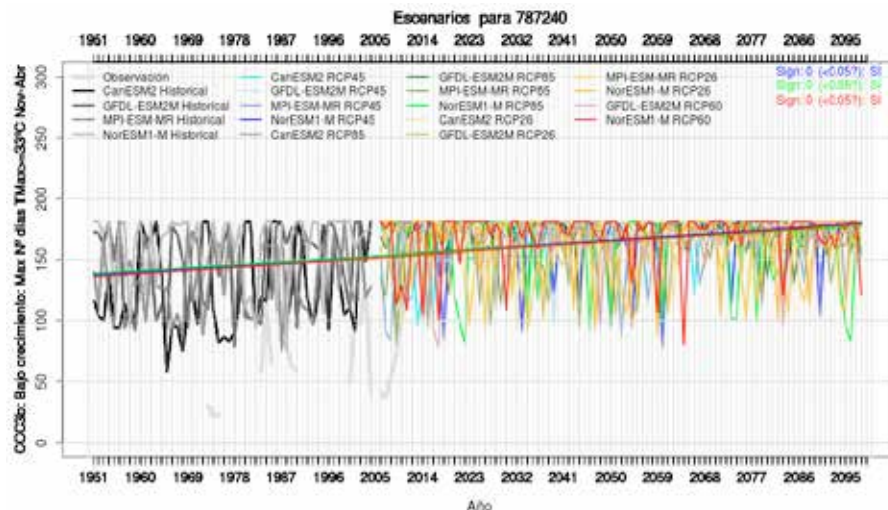
Cuando las temperaturas son muy elevadas y se mantienen durante varios días, el camarón sufre una reducción en su crecimiento y, por lo tanto, disminuye el rendimiento de la producción.

Índice de bajo crecimiento en camarón (CCC3b): Máximo número de días consecutivos en los que la temperatura máxima es mayor o igual a 33°C entre los meses de noviembre y abril⁷.

⁶Se consideraron también índices como el de calidad comercial del camarón (camarón choclo) y el de influencia del clima en las infraestructuras (estanques) cuyos resultados están recogidos en el estudio Ribalaygua, J. y De Loma-Ossorio, E. (2013).

⁷Se entiende con densidades de camarón mayores de 15 pl/m²

Figura 16. Tendencia de máximo número de días consecutivos de temperatura máxima mayor o igual a 33°C en Choluteca.



Fuente: elaboración propia

El incremento previsto en número de días con temperaturas elevadas entre noviembre y abril influirá en la productividad del camarón.

Los resultados obtenidos para Choluteca muestran una tendencia a que los días consecutivos con temperaturas máximas mayores o iguales a 33°C entre los meses de noviembre y abril pasen de los 150 actuales a 160-170 para mediados de siglo (en función del escenario considerado). Este incremento afectará el crecimiento del camarón en Puerto Morazán y se prevé que también en los demás municipios donde se cultiva el camarón en el Golfo de Fonseca.

b) La influencia de las temperaturas en el desarrollo y propagación de enfermedades que afectan al camarón.

En este apartado se han analizado dos enfermedades de gran importancia para el cultivo del camarón: el virus de la mancha blanca y la hepatopancreatitis necrotizante.

El virus de la mancha blanca se propaga en condiciones de temperaturas bajas durante un tiempo largo, razón por la cual los índices utilizados para su análisis están dirigidos a conocer la amplitud del episodio o racha más larga de días en que las temperaturas quedan por debajo de un determinado umbral. Por ejemplo:

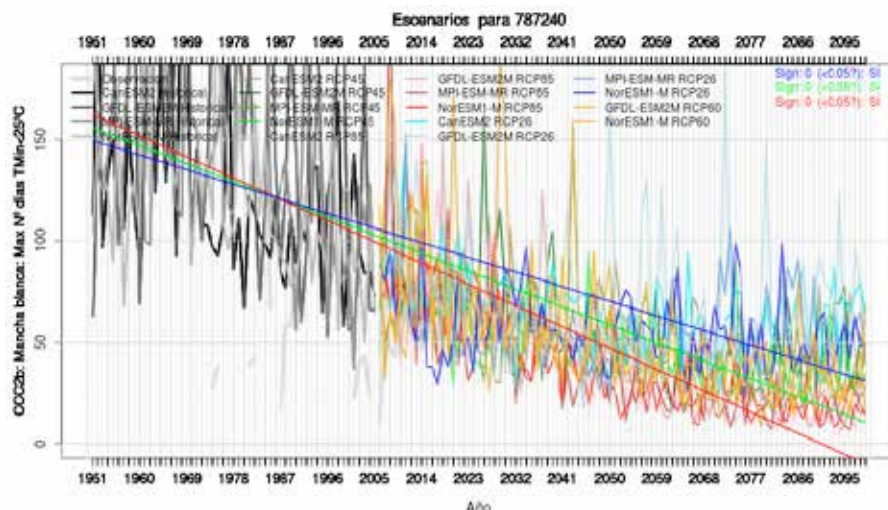
Índice de mancha blanca en camarón (CCC2b)⁸: Máximo número de días consecutivos en los que la temperatura mínima es menor o igual a 25°C ⁹.

⁸ Cuantos más días consecutivos con temperaturas inferiores a 25° más se incrementa la afectación por mancha blanca, fundamentalmente si este fenómeno coincide con los períodos más sensibles del camarón, que son entre postlarva y 8 gramos (aunque las siembras del camarón son variables a lo largo del año y no se puede ajustar una fecha concreta).

⁹ En la aplicación de este índice se entiende que la densidad de camarón actual es mayor a 15 pl/m² y no se usa postlarva genéticamente resistente.

El análisis de este índice realizado para Choluteca, que se muestra en la figura 17, muestra una reducción a la mitad del número de días consecutivos en que se da una temperatura mínima por debajo de 25°C y, por lo tanto, cada vez se darán menos las condiciones óptimas para el desarrollo y propagación del virus de la mancha blanca en camarón, lo cual beneficia su cultivo.

Figura 17. Tendencias de temperatura mínima para el desarrollo de la mancha blanca en Choluteca.



Fuente: elaboración propia

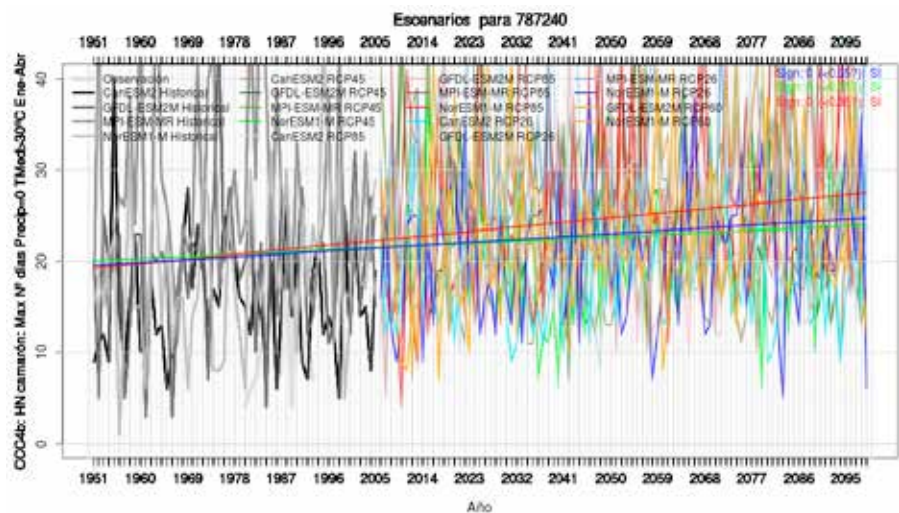
La hepatopancreatitis necrotizante (HPN) se propaga con mayor facilidad con temperaturas elevadas por encima de los 30°C durante varios días consecutivos en la ausencia de lluvia. El índice seleccionado está dirigido a medir cuánto se va a incrementar el número de episodios favorables para el desarrollo de esta enfermedad:

Índice de hepatopancreatitis necrotizante en camarón (CCC4b): Máximo número de días consecutivos en los que no hay precipitación y la temperatura media es superior a 30°C entre enero y abril.

Como se puede observar en la figura 18, hay resultados relevantes en la mejora de las condiciones para el desarrollo de la enfermedad. El incremento es significativo para el caso de Choluteca, donde la racha máxima de días en que se dan condiciones óptimas para el desarrollo y propagación de la enfermedad se amplía de 20 a 23 días para mediados de siglo.

Las condiciones se prevén menos adecuadas para el desarrollo de la mancha blanca, pero más propicias para la HPN.

Figura 18. Tendencias de máximo número de días sin precipitación y con temperatura media superior a 30°C en Choluteca.



Fuente: elaboración propia

En la tabla 4 se hace un resumen de las amenazas y efectos del cambio climático sobre la pesca y el camarón, incluyendo las amenazas que plantearon las familias productoras, las cuales han sido contempladas para la formulación de la estrategia de adaptación que se expone en el apartado 7.

Tabla 4. Amenazas y efectos del cambio climático y otros factores sobre la pesca y camarón.

Amenazas	Efectos
Aumento de días consecutivos con temperatura máxima superior a 33°C entre noviembre y abril	Bajo crecimiento de camarón. Reducción de los ingresos de las familias productoras.
Aumento de las temperaturas: días consecutivos con temperatura media superior a 30°C entre enero y abril	Mayor vulnerabilidad del camarón a la enfermedad de la hepatopancreatitis necronizante. Incremento de los costos de producción.
Aumento de la temperatura mínima por encima de 25°C.	Reducción del factor clima como factor de influencia en la enfermedad de mancha blanca.
Aumento del número de días en que las temperaturas máximas superan los 38°C.	Afectación a especies de crustáceos. Malas condiciones para su pesca.
Contaminación de las aguas por productos químicos y basura. Zafra azucarera.	Disminución de la calidad del camarón. Reducción de los ingresos de las familias.
Escaso manejo relacionado con las necesidades nutricionales y de salud (baja inversión)	Mayor vulnerabilidad del camarón a enfermedades. Bajo crecimiento
Derrumbes o drenajes provocados y escorrentías provenientes de la parte alta de la cuenca.	Sedimentación constante del Estero Real.
Despale indiscriminado de especies arbóreas como el mangle, que sirven como filtro.	Reducción de desove y de especies acuícolas que viven en esta zona. Menor volumen de pesca.

Amenazas	Efectos
Contaminación de las aguas por basura y productos químicos de los sistemas productivos.	Reducción de la calidad del agua. Aumento de la mortalidad de peces, desplazamiento de algunas especies. Extinción de especies, incremento de enfermedades como la mancha blanca.

Fuente: elaboración propia

6.3. Maíz.

En el análisis de elementos críticos de granos básicos se ha tenido en cuenta el maíz de primera y postrera, por ser el rubro más cultivado entre los pequeños productores del área del proyecto.

Las fases en las que se ha descompuesto el proceso productivo para identificar los elementos críticos en el maíz han sido: siembra y emergencia, floración y maduración del grano, cosecha y post-cosecha.

A continuación se analizan los principales elementos críticos y los índices aplicados para cada una de estas fases.

I. Fase de siembra y emergencia.

Es una fase crítica para el maíz y por ello se analizan varios índices relacionados con dos elementos críticos:

- a) Los cambios y la variabilidad en las fechas de siembra efectiva.
- b) La escasez o el exceso de humedad en la emergencia.

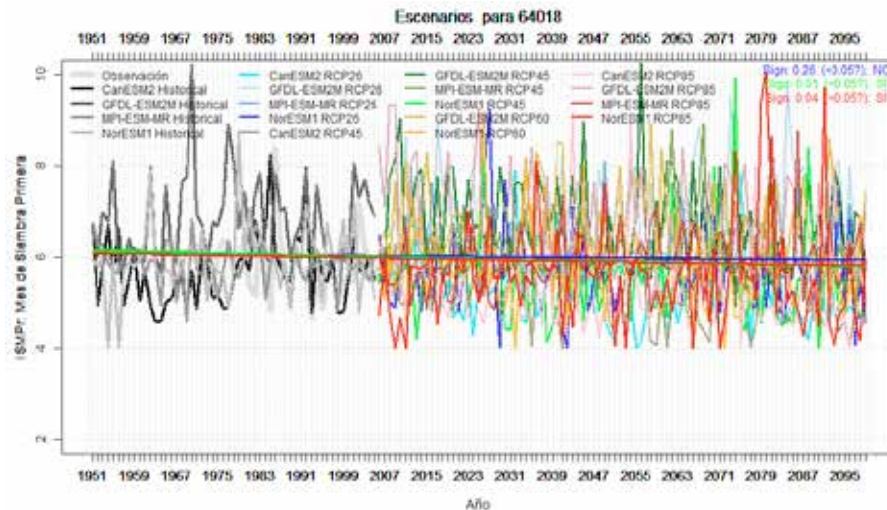
a) Los cambios y variabilidad en las fechas de siembra efectiva.

Las fechas de siembra para el maíz se calculan (tanto de primera como de postrera) con índices muy similares. La única diferencia que se ha tenido en cuenta es que normalmente en la postrera hay más lluvia que en el inicio del invierno. Por tanto, se considera que se suele sembrar cuando la lluvia sea menor de 10 mm en 3 días para la postrera y 5 mm en 3 días para la primera.

Índice de siembra de primera (ISMPr): Primer día a partir del 1 de abril en el que llueve menos de 5 mm en 3 días, en que los 4 anteriores llueve más de 20 mm y en los 10 posteriores llueve más de 20 mm.

Los resultados obtenidos indican que se prevé un adelanto de las siembras de primera de una a dos semanas (en los escenarios más pesimistas), coincidiendo con el adelanto del invierno en Chinandega y Cosigüina, y la disponibilidad de un periodo similar de humedad al actual para la emergencia y desarrollo del cultivo (pues la canícula también se adelanta). No se prevén cambios para Somotillo ni Villanueva. Para todas las estaciones se prevé que la variabilidad de la entrada del invierno y por tanto de la siembra de primera será alta.

Figura 19. Tendencia de siembra efectiva de maíz en primera en Chinandega.



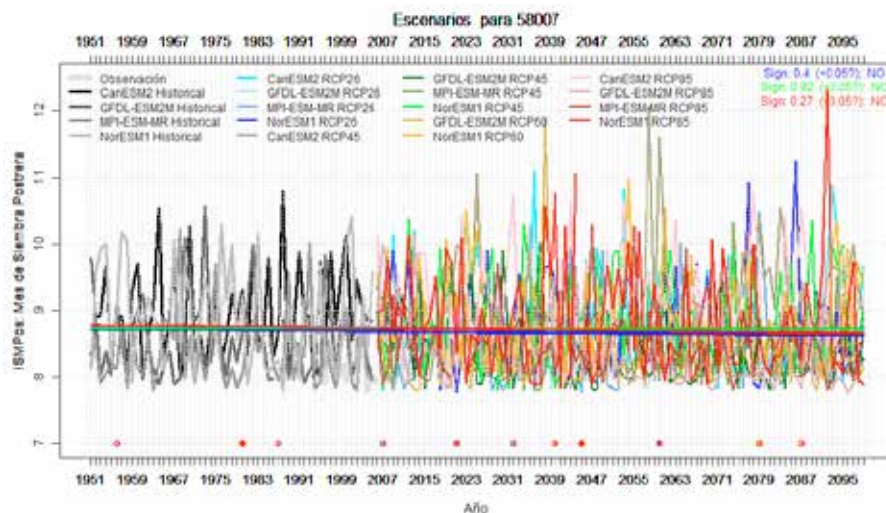
Fuente: elaboración propia

En cuanto a las siembras de postrera, se define el siguiente índice:

Índice de siembra de postrera (ISMPos): Primer día desde el inicio de la postrera en el que llueve menos de 10 mm en 3 días, en que los 4 anteriores llueve más de 20 mm y en los 10 posteriores llueve más de 20 mm.

El análisis del índice ISMPos concluye que las siembras de postrera se mantendrán, pero se incrementará su variabilidad, pues las fechas de siembra efectiva van a variar en mayor medida de un año para otro. Este incremento en la variabilidad se puede observar en la figura 20 para Somotillo, sucediendo algo similar para la estación de la Villa 15 de Julio.

Figura 20. Tendencia de mes de siembra de postrera para maíz en Somotillo.



Fuente: elaboración propia

b) La escasez o el exceso de humedad en la emergencia.

No se detectan cambios relevantes en la disponibilidad de agua de lluvia para la época de siembra y emergencia de la planta, salvo ligeras disminuciones en primera y ligeros aumentos en postrera (ver figuras 11 y 12). En el caso de la primera, al preverse un incremento sustancial de las temperaturas en esta época, el maíz podrá enfrentar con mayor frecuencia situaciones de déficit hídrico.

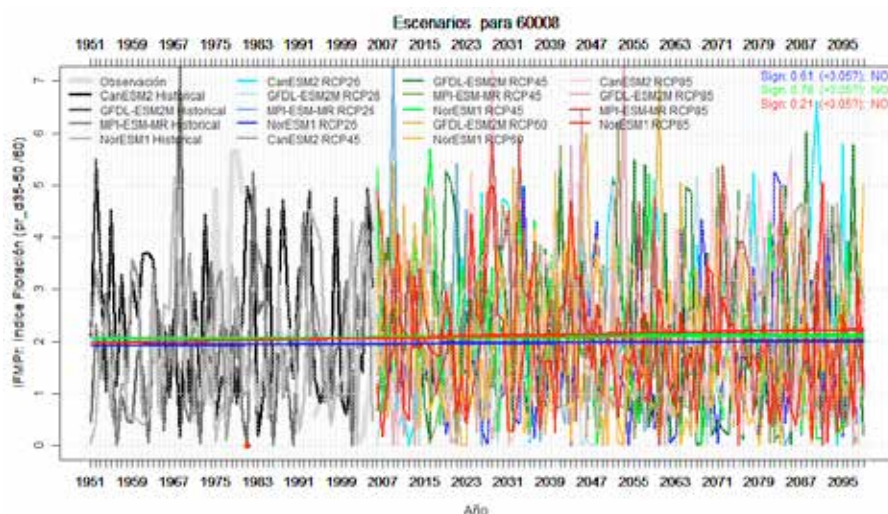
II. Fase de floración y maduración.

En esta fase del maíz se analizan los requerimientos de humedad para una adecuada floración y cuajado del grano. En esta etapa, ni en primera ni en postrera se prevén cambios muy relevantes en las precipitaciones más allá de las leves reducciones detectadas en los meses de primera y aumentos en postrera (ver figuras 11 y 12). Dado que los incrementos de temperatura prevén darse con mayor intensidad entre los meses de junio y agosto, los mayores problemas de déficit hídrico se prevén para el maíz de primera. El índice utilizado es:

Índice de floración en primera (IFMP_{Pr}): Precipitación acumulada entre el día 35 y 50 desde siembra de primera, dividido entre 60 mm. (es más favorable cuanto mayor de 1 sea este cociente, es más desfavorable cuanto menor de 1 sea el cociente).

Se detecta también una mayor intensidad de lluvias en primera en los años con mayor precipitación en las áreas limítrofes de Nicaragua con Honduras (Somotillo y Villanueva). Ver figura 21.

Figura 21. Tendencias de precipitación para floración de maíz de primera en Villanueva.



Fuente: elaboración propia.

Esta mayor intensidad de las lluvias en el periodo de floración podría tener efectos negativos con inundaciones en los suelos más arcillosos incidiendo en una menor absorción de nutrientes por la planta¹⁰, igualmente puede provocar baja polinización que disminuye los rendimientos de este grano básico.

¹⁰Lafitte H.R. Estrés abióticos que afectan al maíz, FAO, <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s12.htm>

La predicción de un importante incremento de temperaturas con leves cambios en precipitaciones podrán generar una mayor frecuencia de situaciones de déficits hídricos, más marcados en la primera que en la postrera.

III. Fases de cosecha y postcosecha.

En estas fases se han identificado dos elementos críticos:

- a) La viabilidad de la cosecha tras la dobla del maíz (actividad frecuente en la zona en la época de postrera) en la etapa previa a la cosecha¹¹.
- b) Las pérdidas por exceso de humedad en las etapas de cosecha y postcosecha.

a) La viabilidad de la cosecha tras la dobla del maíz en la etapa previa a la cosecha.

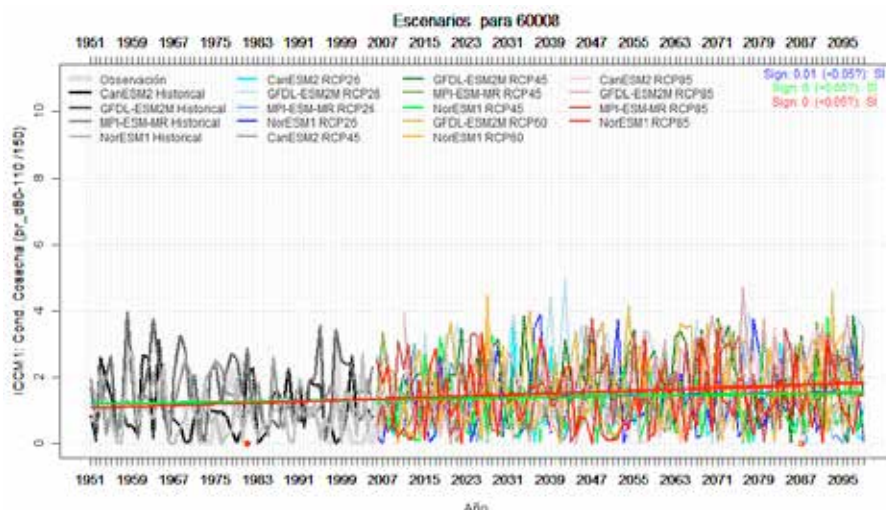
Los escenarios predicen una mejora de las condiciones de cosecha y secado del maíz en primera por reducción de las precipitaciones. Sin embargo, en postrera la predicción es contraria, con una tendencia al aumento en la cantidad de precipitación acumulada en el momento de la dobla del 20 al 30% a mediados de siglo. También se observan picos más altos en los gráficos a medida que avanza el siglo, lo que significa que se prevé una mayor frecuencia de años con condiciones más extremas con valores de precipitación superiores a 200 mm en 30 días. Cada vez las precipitaciones en esta época prevén ser más intensas y será más complicado el proceso de secado tras la dobla. Ver figura 22.

La tendencia simulada del aumento de las precipitaciones al final de la postrera podrá influir negativamente en las condiciones de cosecha y postcosecha del maíz.

Índice de viabilidad de cosecha tras dobla (ICCM1): Precipitación acumulada (mm) en el periodo 80-110 días desde la siembra de postrera dividido entre 150 mm (es más desfavorable cuanto mayor de 1 sea este cociente, es más favorable cuanto menor de 1 sea el cociente). Mide el exceso de humedad tras la dobla.

¹¹En postrera la dobla se produce aproximadamente a los 85-90 días de la siembra, y su finalidad es reducir la humedad de la mazorca, preparándola para la cosecha. Si en ese momento las precipitaciones son altas, no se produce este secado y la mazorca se hace más susceptible a plagas y enfermedades. Además, esto provoca un retraso en la fecha de cosecha, con las posibles consecuencias de que se pudra el grano. Por otro lado, las lluvias intensas complican la entrada de maquinaria y mano de obra al campo para cosechar.

Figura 22. Tendencia de precipitación acumulada para dobla de maíz en Villanueva.



Fuente: elaboración propia

b) Las pérdidas por exceso de humedad en las etapas de cosecha y postcosecha.

Las condiciones de cosecha y secado en postrera (en el caso de que no haya dobla) también tienden a complicarse por un incremento de las precipitaciones en el rango de los 100 a 130 días después de la siembra de postrera.

Esto puede tener implicaciones en el incremento de plagas y enfermedades en la mazorca y pudrición de grano en la cosecha de postrera.

En la tabla 5 se destacan algunos factores, mencionados por los actores locales, que inciden sobre la población y sobre el maíz.

Tabla 5. Amenazas y efectos del cambio climático y otros factores sobre el maíz.

Amenazas	Efectos
Las condiciones de cosecha y secado en postrera (en el caso de que no haya dobla) se complican por un incremento de las precipitaciones en los 100 -130 días después de la siembra de postrera.	Incremento de plagas y enfermedades en la mazorca y pudrición de grano en la cosecha de postrera.
Los despales de los bosques naturales.	Causan erosión y derrumbes. Se profundizan a corto-medio plazo las fuentes de agua. Sequía. Mayor incidencia de plagas.
Cambio de uso de suelo (monocultivo de la caña de azúcar). Uso intensivo de químicos.	Contaminación del sistema natural y humano. Mayor morbilidad en poblaciones vulnerables.
Malas prácticas agrícolas	Bajos rendimientos de la cosechas. Riesgos de incendios.
Cambio de las fechas de entrada y salida de primera y postrera.	Menor posibilidad de tener dos cosechas.
Mayor intensidad de lluvias en los años con mayor precipitación.	Pérdidas o bajas de productividad, escasez de alimento, deterioro de la calidad de vida.

Fuente: elaboración propia

6.4. Ajonjolí.

En el análisis de elementos críticos del ajonjolí se han tenido en cuenta las siembras solo en el inicio de postrera (el de principal aporte económico y más extendido en el área) y no las siembras del 25 de noviembre al 10 diciembre (apante) pues la incidencia de lluvias importantes y temperaturas altas en siembra de apante es reducida.

Las fases en las que se ha descompuesto el sistema de producción para identificar los elementos críticos en el ajonjolí han sido: siembra y emergencia, floración y maduración del grano, cosecha y post-cosecha.

I. Fase de siembra y emergencia.

La siembra y emergencia del ajonjolí pueden verse comprometidas cuando hay un exceso de precipitación en las primeras lluvias de postrera (primeros 25 días), tanto por las implicaciones en el arrastre de las semillas por el agua como por la compactación de la tierra, que impide que el brote rompa el suelo para salir.

En la actualidad las máximas precipitaciones acumuladas en 7 días están en torno a los 150 mm y tan solo se prevé un incremento leve en la intensidad de precipitaciones en esta época por lo que el ajonjolí no se verá más afectado.

II. Fase de Floración y maduración del grano.

Los elementos críticos en esta fase son los siguientes:

- a) El calor en el momento de la aparición de los brotes florales (efecto bochorno).
- b) Las condiciones de temporal en la floración y cuajado del grano.

a) El calor en el momento de la aparición de los brotes florales (efecto bochorno).

El efecto bochorno puede afectar al número de flores. El análisis muestra que este factor se incrementará muy levemente tan solo para el escenario más pesimista (RCP 85).

b) Las condiciones de temporal en la floración y cuajado del grano.

Las precipitaciones intensas en la floración y cuajado del grano no se prevé que se vayan a dar con mayor frecuencia pues las precipitaciones más intensas en la zona se mantendrán en torno a los 150-200 mm (en función de los observatorios considerados).

III. Fase de cosecha y postcosecha.

Al ajonjolí le afecta el exceso de lluvias en los periodos de cosecha y postcosecha. En la cosecha, que es a menudo manual, se hacen manojos que se secan durante unos días. Después de la cosecha se limpian las semillas de hojas, tallos y restos de cápsulas, mediante zarandas y aire. El secado suele ser al sol sobre una plataforma plana y limpia de cemento, y debe lograr una humedad inferior al 6%. En lugares donde no se logra disminuir la humedad hasta el valor crítico de 6% mediante el secado al sol, debe realizarse el secado de forma artificial, y en lugares con alta humedad ambiental el ajonjolí vuelve a absorber humedad y corre el riesgo de enmohecimiento¹².

La cosecha y post-cosecha del ajonjolí se puede ver afectada por la tendencia de incremento de las precipitaciones intensas en esta etapa del cultivo.

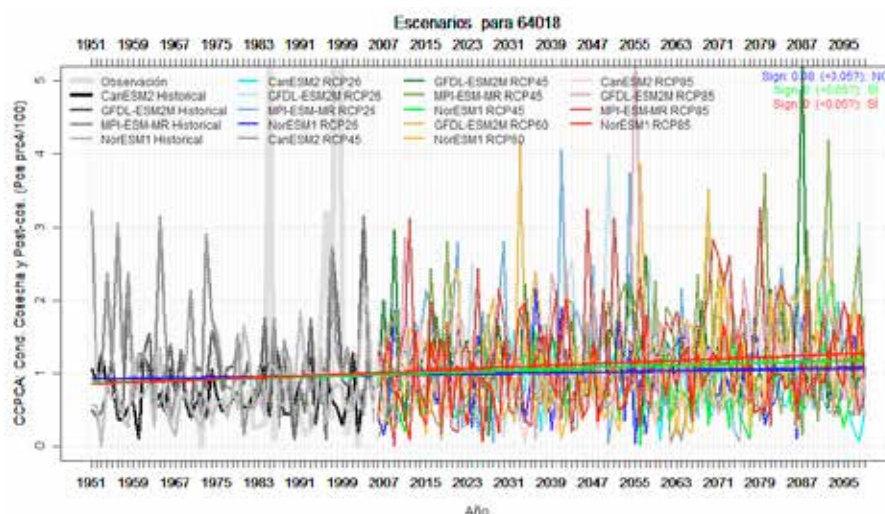
El índice utilizado pretende medir las tendencias en las precipitaciones intensas en este periodo de cosecha y postcosecha, dirigido a analizar las pérdidas por exceso de humedad en este periodo de "parveado":

Índice de condiciones de temporal en cosecha y postcosecha de ajonjolí (CCPCA):

Máxima precipitación acumulada en 4 días consecutivos entre los 80 y 100 días desde el inicio de la postrera dividido entre 100 mm (es más desfavorable cuanto mayor de 1 sea este cociente y es más favorable cuanto menor de 1 sea el cociente).

El índice refleja una tendencia significativa y generalizada a superar el valor 1, y en algunos casos la tendencia es muy relevante, como en Somotillo, Villanueva y Chinandega. La figura 23 muestra el caso de Chinandega, donde se observa la tendencia a superar los 100 mm en 4 días en el periodo clave para la cosecha y secado del ajonjolí.

Figura 23. Tendencias de condiciones de cosecha y postcosecha en Chinandega.



Fuente: elaboración propia

¹² Ficha técnica de Ajonjolí de FAO. http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/AJONJOLI.HTM

6.5. Plátano.

Las fases en las que se ha descompuesto el proceso productivo del plátano son siembra, y desarrollo de la planta y maduración del fruto.

I. Fase de siembra.

En el análisis de este medio de vida con las comunidades se ha detectado un elemento crítico que puede tener implicaciones en el rendimiento de las musáceas, y es el relativo al exceso de lluvia en el periodo de siembras desde el momento del inicio de la primera, en el que períodos largos de lluvia (temporales) llegan a pudrir la mata.

En el caso de Nicaragua no se detectan excesos de lluvia en el periodo de siembra (primeros veinte días del inicio del invierno) pues la máxima precipitación acumulada en 4 días está en el entorno de los 30-40 mm y tampoco se detectan cambios en esta tendencia.

II. Fase de desarrollo de la planta y maduración de frutos.

En esta fase se identificaron dos elementos críticos:

- a) La pre-maduración de los frutos.
- b) La incidencia de las mayores sequías por canículas más extensas.

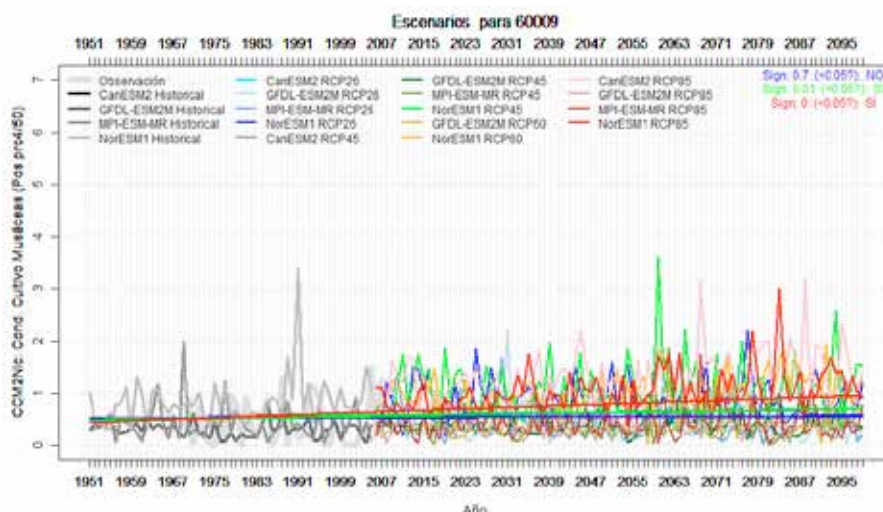
a) La pre-maduración de los frutos.

Este problema de pre-maduración se produce por lluvias prematuras a la primera en el mes de abril, que pueden dar lugar a reducciones de rendimiento. El fenómeno se ha medido con el siguiente índice:

Índice de pre-maduración de frutos en musáceas (CCM2Nic): Máxima precipitación acumulada (mm) en más de 4 días consecutivos entre el 1 y 30 de abril dividido entre 50 mm (es más desfavorable cuanto mayor de 1 sea este cociente y es más favorable cuanto menor de 1 sea el cociente).

En Nicaragua las precipitaciones acumuladas en 4 días durante el mes de abril se acercan a los 50 mm, aunque normalmente no los superan. Las tendencias en el escenario más desfavorable es que se incrementarán significativamente, alcanzando el valor 1, por lo que se prevén mayores problemas relacionados con la caída prematura de los frutos. Ejemplo de este incremento es el que aparece en la figura 24.

Figura 24. Tendencias de pre-maduración de cultivo en el plátano en la Villa 15 de Julio.



Fuente: elaboración propia

La tendencia a adelantarse las lluvias en primera, en el escenario más pesimista, podrá influir en una mayor pre-maduración de los frutos y menores rendimientos de plátano.

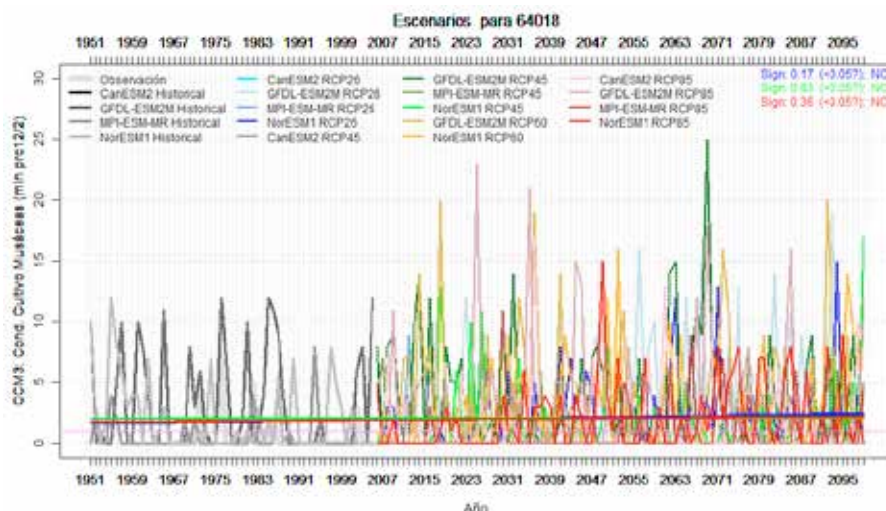
b) La incidencia de las mayores sequías por canículas más extensas.

La canícula puede afectar el proceso de crecimiento y maduración de los frutos por falta de la humedad necesaria para su desarrollo. El índice utilizado para medir cómo afectarán los cambios en la canícula en esta fase clave del desarrollo de la planta es el siguiente:

Índice de sequía en canícula de musáceas (CCM3): Número de días en el periodo de 40-80 días desde el inicio del invierno en los que la precipitación acumulada en ese día y los once anteriores es inferior a 2 mm (5 días para adelante en suelos arenosos, 12 días en suelos francos aluviales húmedos que permiten resistir).

El número medio de días en que se da esta condición es muy variable, desde los 3 días de Chinandega hasta los 9-10 en Somotillo. No hay una tendencia clara de incremento, pero sí hay una mayor variabilidad interanual (mayor número de años con sequías extremas). Por ejemplo, en Chinandega se prevé una tendencia a incrementarse la frecuencia de años en los que el número de días de seca supera los 15 e incluso 20.

Figura 25. Tendencias de condiciones de sequía en Chinandega.



Fuente: elaboración propia

6.6. Ganadería bovina.

Los elementos más críticos en relación al clima en la ganadería bovina del Golfo de Fonseca son:

- El estrés calórico en los animales.
- El estrés de animales y condiciones del pasto por exceso de lluvias.

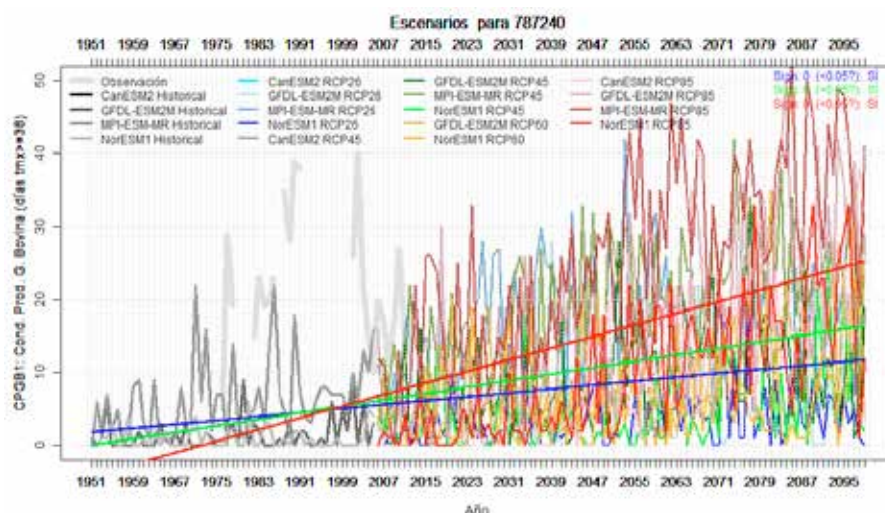
a) El estrés calórico en los animales.

El estrés calórico por los efectos de las olas de calor en los animales se mide en los meses de temperaturas más elevadas, que son marzo y abril, a través del siguiente índice:

Índice de estrés calórico en ganadería bovina (CPGB1): Número de días en los meses de marzo y abril en los que se registra una temperatura máxima mayor o igual a los 38°C.

El análisis de los escenarios de las estaciones meteorológicas donde se cuenta con datos de temperatura diaria permite predecir que se va a dar un incremento relevante en el número de días del periodo más caluroso en los que la temperatura se elevará por encima de los 38°C. Este incremento se confirma en Chinandega y Choluteca, como se puede ver en la figura 26.

Figura 26. Tendencias de temperatura media en marzo-abril en Choluteca.



Fuente: elaboración propia

Se formuló un segundo índice, que mide los grados día acumulados que superan los 38°C, y que también muestra un incremento muy relevante y significativo en Choluteca y algo más leve en Chinandega.

La tendencia prevista de incremento de temperaturas en marzo y abril incidirá en más frecuentes situaciones de estrés por calor en el ganado.

b) El estrés de animales y condiciones del pasto por exceso de lluvias.

El estrés y la afectación de enfermedades podales y respiratorias en los animales por exceso de lluvia y la influencia de dicho exceso en los pastos (septiembre y octubre) no parece que vaya a cambiar. En el Golfo de Fonseca la máxima precipitación acumulada en 7 días en el periodo de septiembre y octubre está, en término medio, en torno a los 250 mm y en general no se plantea tendencia de cambio alguna en relación con la intensidad de precipitación en estos meses. Como se deduce del análisis de índices anteriores, se prevé que los incrementos de precipitación se den más hacia la segunda fase de la postrera, desde finales de octubre hasta finalizar la misma.

7. Conclusiones

Para mediados de siglo (promedio 2041-2070) se esperan aumentos de las temperaturas máximas y (algo mayores) de las mínimas.

Los mayores incrementos en las máximas se esperan entre marzo y agosto, de aproximadamente 1°C en el escenario intermedio (RCP45) y de 1,5°C en el pesimista (RCP85). De septiembre a noviembre se esperan aumentos algo menores (0,5°C para RCP45 y 1°C para RCP85), y entre diciembre y febrero, mucho menores (menos de 0,5°C).

Respecto a las mínimas, los mayores incrementos se esperan entre marzo y noviembre, de cerca de 1,5°C en el escenario intermedio (RCP45) y de casi 2°C en el pesimista (RCP85). Entre diciembre y febrero se esperan aumentos de las mínimas ligeramente menores.

Para mitad de siglo, se prevén incrementos de precipitación del 10-20% en septiembre a noviembre (unos 15-24 mm/mes). Entre diciembre y febrero, se esperan cambios menores en valor absoluto (3-6 mm/mes), pero que suponen porcentajes algo mayores (20-30%), al ser tan bajas las precipitaciones en esa época. Para las lluvias de junio a agosto (más o menos asociables a la primera), se esperan disminuciones del 10-15% (18-20 mm/mes). En el periodo entre marzo y mayo no se esperan cambios significativos en la precipitación.

El análisis de los índices definidos permite concluir que en general no se prevén grandes cambios en las fechas de inicio del invierno en la época de primera ni de extensión de la canícula, excepto en el escenario de emisiones más pesimista en el que sí se prevé un adelanto en la entrada del invierno de hasta una semana. En general, este adelanto del invierno irá acompañado de un adelanto de la canícula.

Las fechas de entrada de la postrera no sufrirán variaciones pero sí habrá un retraso importante en el final de las lluvias de postrera que se dilatará de 5 a 7 días más y finalizará en torno a mediados de noviembre.

En el sector de la pesca no se detecta una tendencia hacia el incremento de precipitaciones intensas que afecten al desove de las principales especies (camarón blanco, crustáceos, moluscos y peces de escama). En algunos casos sí se prevé un incremento en el número de "picos" en que se alcanzan lluvias muy intensas que pueden afectar al desove.

El incremento de las temperaturas también tendrá un papel clave en las condiciones de pesca pues parece que habrá una importante tendencia al aumento de los días en los que la temperatura estará por encima de los 38°C y a la mayor amplitud de las olas de calor.

El cultivo del camarón se verá afectado por diferentes factores relacionados con el clima. En primer lugar se prevé una mayor exposición de las infraestructuras de los estanques a las precipitaciones intensas, con efectos en los derrumbes de los estanques en las áreas de cultivo artesanal. El camarón tendrá que enfrentar un mayor número de días consecutivos con temperaturas elevadas que pueden influir en su crecimiento y en el rendimiento de la producción. En cuanto a las condiciones para el desarrollo de enfermedades como la

mancha blanca, el aumento de las temperaturas mínimas influirá en que las condiciones adecuadas para la propagación de este virus sean cada vez menos adecuadas, por lo que el efecto del cambio climático será positivo. Por el contrario, sí que se darán mejores condiciones para el desarrollo de la hepatopancreatitis necrotizante, tanto por el cada vez mayor número de episodios en los que se dan condiciones climáticas para el desarrollo de la enfermedad, como por el incremento en el número de días consecutivos en que se darán dichas condiciones.

En cuanto a los granos básicos, las condiciones óptimas para las siembras de primera prevén adelantarse en los escenarios de emisiones más pesimistas (una a dos semanas) en Chinandega y zonas de influencia de Cosigüina, acompañando el adelanto en la entrada del invierno. Este adelanto permitirá que las siembras de primera de maíz no se vean tan afectadas por el adelanto de la canícula. Las siembras de postrera no se prevé que vayan a sufrir cambios, aunque los productores y las productoras se enfrentarán a una mayor incertidumbre pues se prevé un incremento considerable de la variabilidad de las condiciones para la siembra efectiva entre un año y otro.

La predicción de un importante incremento de temperaturas con leves cambios en precipitaciones (reducciones en primera y aumentos en postrera) podrán generar una mayor frecuencia de situaciones de déficits hídricos, más marcados en la primera que en la postrera. Aunque no se prevén cambios en las lluvias de primera durante la floración, si se prevén cada vez con mayor frecuencia lluvias más intensas en este periodo, lo que podría tener efectos negativos con inundaciones en los suelos más arcillosos incidiendo en una menor absorción de nutrientes por la planta, igualmente puede provocar baja polinización que disminuye los rendimientos.

Las condiciones de cosecha y secado del maíz en primera prevén mejorar por la reducción de las precipitaciones simulada. Por el contrario, en postrera el aumento previsto en la precipitación podrá dar problemas tanto en la dobla como durante el tapiscado, con incremento de plagas y enfermedades en la mazorca y mayor riesgo de pudrición.

No se prevé que el ajonjolí vaya a estar más afectado por exceso de precipitación en la fase de siembra y emergencia, y tampoco en las fases de floración y maduración. Sin embargo, el aumento previsto de las precipitaciones en el momento de la cosecha y post-cosecha podría complicar las tareas de secado en los municipios analizados.

Para el plátano, no se prevé que se compliquen las condiciones por exceso de lluvias en las plantaciones en primera, aunque sí se podrán presentar mayores problemas de pre-maduración de los frutos por el adelanto de las lluvias en el mes de abril. La extensión de la canícula también tendrá una influencia importante en este cultivo con un probable incremento de problemas de déficit hídrico en los municipios como Somotillo.

La ganadería bovina podrá verse más afectada por el incremento de temperaturas en los meses de marzo y abril. Los escenarios confirman un incremento sustancial y significativo de las temperaturas por encima de los 38°C. Sin embargo, no se detectan cambios significativos en las lluvias de septiembre y octubre, por lo que no se prevén situaciones de mayor estrés por exceso de lluvias en estos meses más sensibles para la producción ganadera.

8. Propuestas de estrategias de adaptación al cambio climático

El análisis realizado con las comunidades permitió plantear estrategias de adaptación para los 5 municipios estudiados a dos niveles: generales, que afectan a todos los medios de vida, y específicas, dirigidas a cada uno de los medios de vida seleccionados.

Un resumen de las mismas se expone en esquemas que se presentan en el anexo 1 y 2.

8.1. Estrategias generales.

a) La gestión y acceso a la información sobre los cambios en el clima local.

Las familias en el medio rural son conscientes de los cambios que se están dando y de la necesidad de actuar a tiempo desde el nivel local para mitigar los cambios en el clima. Pero la información con la que cuentan sobre el comportamiento del clima y los cambios esperados se encuentra limitada a la observación histórica y presente y se toma en muchos casos como algo natural.

En este sentido, un productor de Puerto Morazán exponía: *...a pesar de eso los seres humanos nos hemos venido adaptando a través de la historia, pero al decir adaptarse al cambio climático no se sabe que es, faltan conocimientos al respecto...*

En este ámbito se plantea la necesidad de mayor investigación sobre las tendencias del clima futuro y cómo dicho clima puede estar afectado por las acciones humanas de su propio entorno para poder comenzar a enfrentar las causas también desde el ámbito local. También se plantea la necesidad de investigación sobre la influencia de otros factores no climáticos (comportamiento de variedades, químicos tóxicos en los recursos naturales, etc.) en los medios de vida. No sólo se trata de investigar más y mejor, sino también de fortalecer el eje investigación-acción a través de la participación de los afectados en las investigaciones y la divulgación de estas de manera adecuada para que haya un acceso generalizado a sus resultados.

Desde las comunidades rurales analizadas se plantea la importancia de hacer estudios más profundos sobre los efectos del cambio climático en cada uno de los medios de vida, así como sobre las opciones de manejo y tecnológicas que pueden existir para lograr una mejor adaptación. Del mismo modo se sugieren acciones de sensibilización y educación al respecto.

b) La gestión del riesgo de las amenazas climáticas.

No solo se percibe la necesidad de mayor conocimiento sobre los procesos de cambio del clima y su influencia en los medios de vida. La influencia de los fenómenos de El Niño y La Niña y la mayor variabilidad en el clima llevan a una creciente necesidad de información sobre cambios previstos en el corto y medio plazo (estacional) para poder prevenir situaciones de sequías o inundaciones. En este sentido, una prioridad es el establecimiento de **sistemas de alerta temprana** robustos que aporten la información en tiempo y forma adecuados a las necesidades de las comunidades rurales.

c) La planificación estratégica territorial para la adaptación.

El tema del cambio climático y sus efectos en las economías rurales deben estar presentes en los planes departamentales, municipales y comunales con la finalidad de que incorporen acciones dirigidas a mitigar los efectos de los cambios previstos.

Para el corto y medio plazo dichos planes deberían incorporar también acciones de contingencia ante fenómenos climáticos extremos (sequías y temporales) que incluyan:

- Acciones preventivas (obras de drenaje, sistemas de almacenamiento de agua para riego, sistemas de conservación de suelos, reforestación y regeneración natural, obras de mantenimiento de fuentes de agua, recursos económicos para fortalecer los sistemas de producción, revisión de fechas de siembra, etc.). Al respecto, un productor de las comunidades de Somotillo comenta: *...faltan recursos económicos porque estamos en sistemas de producción de subsistencia.*
- Acciones de respuesta ante situaciones de desastre (reconstrucción de infraestructura, dotación de recursos para resiembra, etc.).

d) Reducir las causas de la vulnerabilidad.

i. Gobernanza de los recursos naturales.

En las comunidades se expresa la alta contaminación de los recursos naturales en esta zona, provocada por los sistemas locales intensivos de producción (aplicación de químicos contaminantes en las plantaciones de maní, caña de azúcar, granjas de camarón que terminan en las aguas del Golfo de Fonseca, deforestación, usos del suelo diferentes a su potencial). Existen leyes y normativas que se cumplen muy poco, o no se cumplen, por lo que es necesario realizar campañas de sensibilización sobre las leyes existentes y sobre la necesidad de su aplicación, la vigilancia y control de las instituciones correspondientes y la declaratoria de parques ecológicos y reservas naturales públicas y privadas en la zona.

ii. Conservación de suelos y agua y buenas prácticas agrícolas, pecuarias, forestales y acuícolas.

Las comunidades son conscientes de la importancia del adecuado uso de los recursos naturales para la gestión de sus medios de vida ante el cambio climático. En este sentido se plantean acciones dirigidas a mejorar el manejo de las cuencas y al cambio del manejo de los bosques, pasando de sistemas de aprovechamiento extractivo a productivo, y a acciones

de protección de los bosques de manglar.

También se plantea la necesidad de reducir el uso de agroquímicos y el fomento de la agricultura agroecológica. Para ello es importante reforzar las acciones de investigación participativa y de capacitación a nivel local, con metodologías de aprendizaje como las escuelas de campo, así como las acciones mencionadas en el apartado anterior.

iii. Diversificación de los sistemas productivos.

Esta diversificación se podría llevar a cabo mediante la combinación de ganadería, granos básicos, acuicultura, miel y actividades de producción familiar (elaboración y venta de tortillas, producción de hortalizas y fruticultura a nivel de patio). La diversificación se puede fortalecer en esta zona incorporando medios de vida que dependan en menor medida de las condiciones climáticas, como el ecoturismo, de un gran potencial en el Golfo de Fonseca. Todas estas medidas implementadas de forma integral pueden contribuir a aumentar la resiliencia del sistema natural y humano relacionado con todos los medios de vida analizados (la pesca, la camaronicultura, el maíz, el ajonjolí, el plátano y el ganado) en los municipios del Golfo de Fonseca en territorio nicaragüense.

8.2. Estrategias de acción específicas para los medios de vida afectados.

A continuación se especifican las acciones de adaptación propuestas relacionadas con cuatro de los medios de vida analizados: la pesca, el camarón, el maíz y el ganado.

8.2.1. La pesca y el camarón.

Uno de los aspectos fundamentales para la conservación y mejora de las condiciones para la pesca y el cultivo del camarón estriba en **la protección de los recursos naturales que tienen influencia en las áreas de cría y desove y fundamentalmente de las zonas de manglar**. En este sentido el despale indiscriminado en zonas altas y la extracción de mangle y otras especies arbóreas tienen repercusiones directas en estos medios de vida. Si se mantienen los recursos del bosque y manglar, el ascenso de temperaturas previsto y la mayor variabilidad de las precipitaciones tendrán efectos menos importantes en el camarón y la pesca.

La reactivación del comité local existente para el manejo de la reserva del volcán Cosigüina, que tiene atribuciones para velar por los recursos marinos presentes en el Golfo, contribuiría al manejo sostenible de estos recursos claves para la pesca y la producción de camarón.

Para la protección de los recursos naturales actuales se propone que **no se conceda más ampliación de áreas para camaroneras**. En relación a los químicos, se propone **calendarizar y dosificar** la incorporación de este tipo de productos para el cultivo del maní, ya que su aplicación coincide con el tiempo en que hay más peces en la zona y se da mayor mortandad y reducción de los volúmenes de pesca.

En este sentido, es importante que las instituciones responsables velen por el **respeto y aplicación de las leyes que protegen estos recursos**, fomenten la ampliación

de espacios protegidos, se amplíen las áreas de amortiguamiento de estos espacios y promuevan la recuperación de especies (Totora, Perla de agua, etc.).

A nivel productivo se propone **mejorar el acondicionamiento de estanques de camarón** (nivel y estructura de los muros...), **propiciar buenas prácticas para el manejo de esta especie** (regular la densidad de siembra, mejorar el manejo de columnas de agua, monitoreo, etc.), así como desarrollar e investigar nuevas tecnologías de cultivo en acuicultura. En relación con la pesca, se sugiere **evaluar la efectividad de las artes utilizadas** y prohibir las más dañinas.

También es importante conocer con precisión la situación actual de estos medios de vida con estudios específicos sobre las causas y efectos del desplazamiento, pérdida y mortandad de especies y la disminución de la biodiversidad. Se propone por ello como línea de acción promover un mayor conocimiento sobre los ecosistemas y recursos naturales para un mejor entendimiento y ordenamiento del sector ante el cambio climático. Se plantea como acciones al respecto: **la implementación de sistemas de monitoreo en granjas de camarón**, específicamente para el control de enfermedades; promover estudios hidrobiológicos sobre el comportamiento de las especies pesqueras y acuícolas locales ante la variabilidad climática, promover inventarios sistemáticos del sector pesca y acuicultura con énfasis en la artesanal.

Las acciones dirigidas a incrementar el valor agregado de estos productos y su integración en la cadena de comercialización facilitarán la puesta en marcha de muchas de estas acciones y la protección del sector de la pesca y la camaronicultura. Para ello será importante también invertir en **eleva el nivel y la calidad de las vías de comunicación y caminos de acceso**, así como la creación de nuevas **políticas crediticias para este sector**.

En relación a todo lo enunciado es importante hacer énfasis en el ámbito organizativo incidiendo en el fortalecimiento de las asociaciones de pescadores artesanales y cooperativas camaroneras.

8.2.2. El maíz.

Para lograr enfrentar los efectos del cambio climático en el maíz se propone promover e incentivar las **acciones de investigación, sensibilización y extensión** por parte de las instituciones competentes, en coordinación con las familias productoras.

En lo referente a las **semillas de maíz**, las familias productoras expresan que en la actualidad da buen resultado utilizar variedades criollas en primera y mejoradas en postrera. Las variedades para el futuro tendrán que adaptarse a condiciones de mayor variabilidad de lluvias fundamentalmente en postrera y ser resistentes a sequías. La disponibilidad de semilla de siembra es un aspecto importante a tomar en cuenta para el cual se proponen como medidas de adaptación el fitomejoramiento participativo y los bancos de semillas para la conservación y uso en ciclos sucesivos ante pérdidas provocadas por el cambio climático u otros factores de riesgo.

En comunidades de la zona de Somotillo y Villanueva ya se dan algunas acciones de adaptación autónoma, según la cual las familias productoras han establecido que la siembra en los periodos de primera y postrera es la que presenta más riesgos por las inundaciones,

por lo que en algunas comunidades tienen como estrategia el sembrar en el periodo de apante o humedad.

En lo referente al **manejo de cultivo**, es importante incidir en él para evitar pérdidas de suelo y favorecer la humedad del terreno. Se proponen acciones específicas de manejo como:

- Barreras vivas o muertas: es una práctica ya conocida, pero poco usada en las unidades productivas cercanas al Golfo de Fonseca, el objetivo es conservar la capa arable y retener agua.
- Curvas a nivel: en la zona baja de Somotillo y otros municipios a pesar de ser bastante plano, existen depresiones que requieren evitar la erosión hídrica en parcelas donde se cultiva principalmente maíz
- Siembras de cero labranza o labranza mínima, como el Mulch, o siembra con cobertura, en la que se deja el rastrojo de maleza o de cultivos anteriores y se siembra a nivel de espeque para solo romper el área de siembra y no romper toda la estructura de suelo y permitir que se erosione. También se recomiendan siembras al voleo, sin rotura del suelo, actividad principalmente realizada con cultivos de altas densidades como el maíz y el sorgo.

El **asocio de cultivos** es una práctica muy usada por productores que aprovechan la siembra de cultivos de porte erecto y de porte rastrero para maximizar el uso del suelo, aprovechando a la vez el manejo agronómico que se le brinda al que se percibe como principal rubro.

- Maíz con ayote o pipián: generalmente se establece primero el cultivo de maíz y al menos dos días después se siembra el ayote o pipián, de manera dispersa. Aunque en algunos casos se siembran el mismo día, el cultivo principal es el maíz, pero con la fertilización se ve beneficiada la cucurbitácea. El objetivo es la comercialización del maíz y la utilización del ayote o pipián para el consumo familiar.
- Ajonjolí con maíz: en este caso el principal rubro es el ajonjolí, y el maíz se siembra "mateado", es decir a voleo con baja densidad. El ajonjolí se destina a la comercialización y el maíz al autoconsumo familiar.

8.2.3. La ganadería.

Algunas de las prácticas pecuarias que se describen son ya habituales en las comunidades y han estado dirigidas a lograr una mejor adaptación al cambio climático. Los pobladores afirman que han dado buenos resultados en los últimos años y podrían ser extensivas a áreas donde aún no se han puesto en marcha.

Los **sistemas silvopastoriles** con manejo sostenible llegan a capturar carbono (suelo y biomasa), reducen la generación de óxido nitroso (cero urea) y generan menos metano con dietas de más calidad y digestión, y reducen la erosión.

Durante la investigación se constató que quienes tienen en su finca suelos con usos de

sistemas silvopastoriles están o han estado vinculados a un sinnúmero de proyectos u organizaciones que han promovido estos sistemas como alternativas principalmente de verano, para disminuir la escasez alimenticia de forraje.

El uso de **cercas vivas** ha aumentado con especies típicas de la zona, entre ellas el tigüilote, el espinillo, el madero negro, el jiñocuago o el jocote. El uso en su mayoría está más relacionado con la reducción de costos de cambios anuales de postes secos que para aportar a la dieta alimenticia del ganado, a pesar de lo cual el aporte de captura de carbono y conexión de paisaje contribuye a la recuperación de la biodiversidad.

En cálculos elaborados con productores visitados se evidencia que los que tienen menos tierra son los que hacen uso de las cercas vivas, de forma que más del 70% de los cercos cuentan con especies preñerizas.

Se propone también **el mejoramiento de pastos y forraje y el establecimiento de bancos forrajeros de gramíneas**. Las familias cuentan con estrategias para asegurar el acceso de sus animales a pasturas, y es frecuente ver que la mayoría de los potreros cuenta con pasturas naturales o pasturas naturalizadas (invierten hace más de 15 o 20 años en pastos que en su momento fueron pastos mejorados). En menor proporción, algunos productores han invertido recientemente en variedades de pasturas mejoradas y también en pastos para forraje.

Los bancos forrajeros más comunes son los de Taiwán y los de caña de azúcar, cuyo uso ha sido promovido por proyectos y organizaciones como fuentes de alimentación de verano para el ganado, a pesar de que demandan una utilización de mano de obra más intensa que las pasturas tradicionales (rastreros). Las familias con poco capital humano se ven limitadas al uso de pastoreo pues tienen como limitantes el elevado requisito de mano de obra (en zonas donde existe alta tasa de migración) y la necesidad de picadoras de pasto, con un alto costo para economías de subsistencia, todo lo cual termina siendo un factor desmotivador para que los productores inviertan en pasturas de corte.

Aun con toda la garantía de aporte de nutrientes a la alimentación del ganado, son otros los beneficios que llaman más la atención en relación al cambio climático: la captura de carbono (son muy buenos sumideros de carbono), la retención de suelo y la conservación de humedad.

En todos los casos (pastura natural, naturalizada o mejorada), el uso de **árboles dispersos en los potreros** es una práctica que ayuda a la conservación de suelo y agua, pero en el caso de los animales el tener sombra en los potreros implica una mejora en el bienestar animal, ya que pastorear con sombra disminuye el estrés calórico y aumenta las posibilidades de tener acceso a otras fuentes de forraje. Las especies de árboles naturales más frecuentes en las fincas ganaderas son el jícaro, el madero negro, el guanacaste y el genízaro, que además de generar sombra son productores de hojas y semillas enriquecidas con proteínas y otros nutrientes que complementan la alimentación bovina.

Otra recomendación es **fomentar la conservación de agua en lagunetas y represas**, cuyo objetivo es conservar agua en los potreros de las fincas ganaderas. Esta actividad se realiza principalmente en fincas ubicadas en los llanos donde los suelos son arcillosos.

En estudios posteriores sería recomendable profundizar en los efectos que los incrementos de temperatura pueden causar al sector ganadero (enfermedades, problemas en la gestación y parto, etc.) que permitan añadir otras estrategias de adaptación a las ya mencionadas.

Bibliografía

ACH-MFEWS-USAID (2010), Nicaragua: perfiles de medios de vida (Resumen).

ASOPROL- IICA-RED SICTA-COSUDE (2009), Guía técnica para el cultivo del frijol en Nicaragua. Nicaragua.

Cárdenas, J. (2014), Análisis Territorial para las Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en comunidades de los municipios de Puerto Morazán y El Viejo, Chinandega. Nicaragua. CIDEA.

CEDAF (1998), Cultivo del Maíz. Guía técnica nº33. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. Santo Domingo.

Córdoba, M.; Bravo, J. R. y García, A. (2013), Consolidado de estrategia de adaptación al cambio climático en el nivel comunitario para la definición de estrategias de adaptación en el Golfo de Fonseca. AVSF-CIDEA-IEH.

Cramer, W., Doherty, R., Hulme, M. And Viner, D. (2000), Climate Scenarios for Agricultural and Ecosystem Impacts, Proceedings of the EU Concerted Action Initiative ECLAT-2 Workshop 2, Postdam, Germany October 13th-15th, 1999, Climatic Research Unit, Norwich, UK, 120pp.

CSA (2012), Food Security and Climate Change. Committee on World Food Security. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. Rome. HYPERLINK "http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-3-Food_security_and_climate_change-June_2012.pdf" http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-3-Food_security_and_climate_change-June_2012.pdf

De Loma-Ossorio, E. y Lahoz, C. (2013), Marco conceptual y herramientas para la adaptación al cambio climático y el desarrollo. Ed. UCA, Managua.

Hahn, G. L.; Mader, R. A. and Eigenberg (2003), Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management. Proc Symp Interactions between climate and animal production, EAAP Technical series N° 7, Pp 31-44.

INTA (2010), Guía tecnológica del cultivo del maíz. Managua.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), Impacts, Adaptation and Vulnerability (Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change), (ed.) M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, p. 7-22, URL: HYPERLINK "<http://www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf>" \t "_blank" <http://www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf>

Murphy, J. (1999), Evaluation of statistical and dynamical techniques for downscaling local climate, *Journal of Climate*, 12, 2256-2284.

NCEP- National Centers for Environmental Predictions <http://www.ncep.noaa.gov/>

Nayra, M. A. (2014), Recopilación de experiencias validadas sobre prácticas o medidas de adaptación históricas al Cambio Climático en la zona del Golfo de Fonseca. Nitlapan.

Ribalaygua, J.; Torres, L.; Gaitán, E.; Quintana, J.; Pórtoles, J. and Monjo, R. (2012), Future Climate Simulations over the Gulf of Fonseca (Central America) using CMIP5 models under Statistical Downscaling. EMS Annual Meeting Abstracts. September 10-14, Łódź, Poland. Ribalaygua, J (2013), Simulación del clima futuro para la adaptación al cambio climático. Ed. UCA, Managua.

Ribalaygua, J. y De Loma-Ossorio, E. (2013), Análisis de los efectos del cambio climático sobre los medios de vida seleccionados en el Golfo de Fonseca. IEH-FIC.

Ribalaygua, J., Torres, L., Pórtoles, J., Monjo, R., Gaitán, E. and Pino, M.R. (2013), Description and validation of a two-step analog/regression downscaling method. *Theoretical and Applied Climatology*. Doi: 10.1007/s00704-013-0836-x. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00704-013-0836-x>

Taylor, K.E., Stouffer, R.J, and Meehl, G.A. (2012), An Overview of CMIP5 and the Experiment Design, *American Meteorological Society*, April 2012, 485-498.

Trigo, R.M. and Palutikof, J.P. (2001), Precipitation scenarios over Iberia: A comparison between direct GCM output and different downscaling techniques, *Journal of Climate*, 14, 4422-4446. Von Storch, H. (1994) Inconsistencies at the Interface of Climate Impact Studies and Global Climate Research, Report 122, Max-Planck-Institut für Meteorologie.

Wilby, R.L. et al. (1998), Statistical downscaling of general circulation model output: A comparison of methods, *Water Resources Research* 34: 2995-3008.

Anexos

ANEXO 1. ESTRATEGIAS GENERALES DE ADAPTACIÓN

Objetivo de Adaptación: Aumentar la resiliencia del sistema natural y humano del Golfo de Fonseca en Nicaragua	
Líneas de acción	Medidas de adaptación
1.- La gestión y acceso a la información sobre los cambios en el clima local	Fortalecer el eje investigación-acción en clima presente y futuro en el sistema humano y natural.
	Fortalecer el eje investigación-acción otros factores de influencia en el sistema humano y natural.
	Comunicación y divulgación.
	Sensibilización y educación.
	Establecimiento de sistemas de alerta temprana robustos que aporten la información en tiempo y forma adecuada a las comunidades rurales.
2. La planificación estratégica territorial para la adaptación	Implementación de acciones preventivas (obras de drenaje, sistemas de almacenamiento de agua para riego, sistemas de conservación de suelos, reforestación y regeneración natural, obras de mantenimiento de fuentes de agua, recursos económicos para fortalecer los sistemas de producción, revisión de fechas de siembra, etc.).
	Acciones de respuesta ante situaciones de desastre (reconstrucción de infraestructura, fondos de dotación de recursos para resiembra, etc.).
3. Reducción de la vulnerabilidad climática en el sistema natural y humano	Gobernanza de los recursos naturales: campañas de sensibilización sobre las leyes existentes y sobre la necesidad de su aplicación; vigilancia y control de las instituciones correspondientes; promoción de la declaratoria de parques ecológicos y reservas naturales públicas y privadas en la zona.
	Conservación de suelos y agua y buenas prácticas agrícolas, pecuarias, forestales y acuícolas (manejo de cuencas, reducción de uso de agroquímicos, promoción de producción ecológica); fortalecer acciones de investigación participativa para el aprendizaje como las escuelas de campo.
	Diversificación de los sistemas productivos, mediante la combinación de ganadería, granos básicos, acuicultura, miel y actividades de producción familiar y la incorporación del ecoturismo, de gran potencial en la zona.

ANEXO 2. ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Objetivo de Adaptación: Aumentar la resiliencia del sistema natural y humano del Golfo de Fonseca en Nicaragua	
Medio de Vida: LA PESCA Y EL CAMARÓN	
Líneas de acción	Medidas de adaptación
1. Protección de los recursos naturales que tienen influencia en las áreas de cría y desove y fundamentalmente de las zonas de manglar	Acciones de protección, conservación y reforestación de los recursos de bosque y manglar.
	Reactivación del comité local existente para el manejo de la reserva del volcán Cosigüina.
	Detener la ampliación de concesiones de las áreas para camaronerías.
	Calendarizar y dosificar la incorporación de químicos para el cultivo del maní, que no coincidan con la época de mayor volumen de especies acuícolas.
	Velar por el respeto y aplicación de las leyes que protegen estos recursos, fomentar la ampliación de espacios protegidos, ampliar las áreas de amortiguamiento de estos espacios.
2. Desarrollo del conocimiento sobre ecosistemas y recursos naturales para un mejor entendimiento y ordenamiento del sector	Promoción de estudios hidrobiológicos sobre el comportamiento de especies locales ante la variabilidad climática.
	Crear inventarios sistemáticos de pesca y acuicultura con énfasis en artesanal.
	Promover estudios sobre los impactos del cambio climático (aumento del nivel del mar, cambios en temperatura del agua, condiciones para desarrollo de mancha blanca o de NHP).
	Identificar áreas geográficas más vulnerables al cambio climático.
	Fomentar enfoques ecosistémicos y el conocimiento de la capacidad de carga del ecosistema.
3. Construcción de capacidades técnicas y organizacionales para el mejor entendimiento de la interacción entre el cambio climático y la pesca y la camaronicultura	Protección efectiva de las cinco millas marinas de pesca industrial.
	Fomento del manejo integrado de zonas marítimo pesqueras.
	Integración de medidas de adaptación al cambio climático en las políticas de desarrollo municipal.
	Armonización de relaciones e intereses entre comunidades, empresas y el Estado.
	Formalización y fortalecimiento de asociaciones de pescadores y cooperativas camaronerías.

4. Productividad de la pesca y el camarón	Sistemas de monitoreo en granjas de camarón (control de enfermedades, alimentación, nutrición y desarrollo).
	Fomentar buenas prácticas para el manejo del camarón (regular la densidad de siembra, mejorar los estanques: nivel de columnas de agua y estructura, etc.) a través de escuelas de campo adaptadas al rubro.
	Evaluar la efectividad de las artes utilizadas para la pesca y prohibir las más dañinas.
	Fomentar nuevas políticas crediticias y de seguro para el sector pesca y camaronicultura.
	Elevar el nivel y la calidad de las vías de comunicación y caminos de acceso.
	Incrementar el valor agregado de estos productos y su integración en la cadena de comercialización.

Objetivo de Adaptación: Aumentar la resiliencia del sistema natural y humano del Golfo de Fonseca en Nicaragua

Medio de Vida: MAÍZ.

Líneas de acción	Medidas de adaptación
1. Investigación y Extensión en semillas de maíz	Fomentar variedades adaptadas a mayor variabilidad de lluvias, fundamentalmente en postrera, y ser resistentes a sequías.
	Promover el fitomejoramiento participativo de semillas de maíz a nivel comunitario.
	Fortalecer la creación de bancos de semilla a nivel comunitario.
	Fortalecer acciones de investigación participativa para la validación de prácticas ya puestas en marcha por las familias productoras (Ej. utilizar variedades criollas en primera y mejoradas en postrera,) a través de procesos como las escuelas de campo.
2. Prácticas de manejo y asocio de cultivo	Promover la siembra de apante en las zonas que lo permiten, en Somotillo y Villanueva.
	Prácticas de manejo: barreras vivas o muertas, curvas a nivel, regulación de la densidad de siembra, labranza mínima.
	Fortalecer procesos de extensión agraria participativos.
	Promover incentivos crediticios o donaciones para la promoción de las buenas prácticas.
	Asocio de cultivos: maíz con ayote o pipián; ajonjolí con maíz.

Objetivo de Adaptación: Aumentar la resiliencia del sistema natural y humano del Golfo de Fonseca en Nicaragua

Medio de Vida: GANADERÍA BOVINA.

Líneas de acción	Medidas de adaptación
1. Promoción e implementación de sistemas silvopastoriles	Fomentar buenas prácticas para la implementación de los sistemas silvopastoriles.
	Mejoramiento de pastos y forraje y el establecimiento de bancos forrajeros de gramíneas.
	Uso de cercas vivas.
	Uso de árboles dispersos en los potreros.
2. Protección y conservación del recursos agua	Protección de los recursos naturales para la conservación del agua.
	Fomentar la conservación de agua en lagunetas y represas, cuyo objetivo es conservar agua en los potreros de las fincas ganaderas.
	Promoción de sistemas de pago por servicios ambientales.



2015

golfo.bvsde.org.ni